**2023年度广东省重点领域研发计划“前沿新材料”重大专项申报指南**

**（征求意见稿）**

按照《广东省科技创新“十四五”规划》《广东省重点领域研发计划“十四五”行动方案》等提出的任务和《广东省培育前沿新材料产业集群行动计划（2021-2025年）》等有关要求，开展前沿新材料领域核心技术攻关与应用研究，产生一批产业带动性强、具有自主知识产权的新材料、新技术、新产品，有力支撑制造强省建设和战略性产业的高质量发展，打造具有全球重要影响力的前沿新材料研发和制造高地。

本专项布局智能与感知材料、电子新材料、化合物半导体材料、先进金属材料、材料基因工程与测试等5个重点专题、18个研究方向。

**专题一 智能与感知材料**

**方向1.1 面向陶瓷压感芯体的特种压感关键材料的研制与产业应用**

**1、研究内容**

研制应用于陶瓷压力传感器的特种电子浆料，开展有机金浆料树脂酸金合成方法研究，形成稳定的树脂酸金合成方法与工艺；开展压敏电阻浆料的特殊导电相材料、玻璃粉材料、电阻浆料配方研究，实现电阻浆料关键指标的提升与稳定工艺制程；开展热敏电阻浆料的高温度系数导电相材料、玻璃粉材料以及热敏电阻浆料配方研究，实现热敏电阻浆料的关键指标提升，实现国产替代；研究陶瓷压力传感器芯体的工艺性能及应用性能，研制与其相匹配的关键设备，实现压力传感器芯体产品的产业化。

**2、考核指标：**

**（1）技术指标：**开发国产有机金浆料：粘度30~100Pa·s（10 rpm @ 25℃）；浆料金含量>18wt%，单次印刷烧成膜厚度>0.3微米，无开裂、断线等缺陷；室温储存>6个月；开发国产压敏电阻浆料：压敏系数（GF）>11；电阻温度系数（TCR）＜50ppm；方阻10kΩ/mm2；电阻重烧变化率＜±5%；85℃/85%RH存储1000h后，电阻变化率<±5%；激光调阻后，85℃/85%RH高温高湿、高/低温存储1000h后，电阻变化率<±5%；Ag/Pt、Ag/Pd电极阻值偏差率＜10%。开发国产热敏电阻浆料：方阻10Ω/mm2～1kΩ/mm2；温度系数＞2000ppm/℃；研发基于国产浆料的陶瓷压力传感器：灵敏度（2-4，典型值3.0mV/V），零点输出（0±0.05mV/V），温度系数（±0.02%FS/℃），稳定性（<±0.15%FS/年）。

**（2）产业化指标：**项目执行期内，实现有机金浆料年产量＞300kg，压敏电阻浆料年产量＞150kg，热敏电阻浆料年产量＞100kg。陶瓷压力传感器芯体＞300万只/年，项目期内完成产品产值超过5000万元，利税超过500万元。

**（3）其它指标：**申请相关发明专利不少于10件。

**方向1.2 智能温控用低温热电材料与微型制冷器件的研发与产业应用**

**1、研究内容**

面向5G光通讯芯片等用高端微型热电制冷应用，研制高热电性能、高力学强度的室温及以下新型热电材料；突破高强度高性能碲化铋晶棒的大尺寸拉制技术，实现热电材料的批量化可控制备；开展热电器件高服役可靠性的焊接封装技术与快速转移集成技术研究，降低界面损耗，提升单级器件制冷效率与可靠性；开展多级热电制冷器件仿真设计与垂直封装技术研究，实现低温深度制冷的个性化方案定制与开发；开展热电器件寿命考核与环境适应性验证，解决国产高端器件的可靠性差、循环次数低等问题。

**2、考核指标：**

**（1）技术指标：**室温以下低温热电材料ZT≥0.8；室温热电材料ZT≥1.2，量产能力达到10kg/天，晶棒直径≥25mm，单元加工尺寸≤0.15mm；单级热电制冷器件最大温差≥80℃，制冷功率密度>20W/cm2，冷热循环寿命≥30万次；多级热电制冷器件最大温差≥140℃。

**（2）产业化指标：**建设微型热电制冷器件全自动化封装集成中试生产线，建立系统的高端热电制冷器件设计研发与考核验证平台，高端器件年产能力达到30万片/年；在5G光模块、医疗检测设备领域实现核心热管理器件的国产化替代，项目执行期内，实现器件产品销售收入5000万元。

**（3）其它指标：**申请相关发明专利不少于10件，形成行业或权威团体标准1项。

**方向1.3 5G通信关键芯片用高性能导热吸波材料研发及应用研究**

**1、研究内容：**

高面向5G通信基站关键芯片散热需求，开展新型高导热填料、新型导热吸波填料、新型界面偶联剂、有机硅油调配及选择、填料表面改性等技术的研究，制备高性能柔性导热吸波材料；研究不同导热填料、吸波填料复配实现超高填充量的最优配比筛选计算方法，研究填料电气特性、添加量、微观结构与复合材料吸波性能及导热性能的关联规律；开展导热吸波材料在5G通信基站关键芯片散热的典型应用研究，研究在严酷温度应力、机械应力耦合作用下导热吸波材料应用界面的老化和失效机制，考察导热吸波材料对5G关键芯片结温及射频性能影响，形成可靠的导热吸波材料及5G通信设备应用解决方案。

**2、考核指标**

**（1）技术指标**

导热吸波材料：导热系数≥15W/(m•K)；1mm厚度下应用热阻≤0.72℃-cm2/W；最大填料粒径≤160μm；25mm/min应力速度下压缩量为60%时瞬间压缩应力≤110psi；100MHz~24GHz频段，隔离度≤-80dB。

通过高低温循环（-40~125 ℃ × 1000 H）、高温存储（125℃ × 1000 H）、高温高湿（85 ℃ & 85RH% × 1000 H）等可靠性测试后导热性能劣化≤15%，且100MHz~24G Hz频段，隔离度≤ -75dB。

**（2）产业化指标**

导热吸波材料满足应用方长期可靠性要求，在至少两种5G典型应用场景中应用验证并在5G产品中得到应用；项目成果实现销售收入≥2000万元或者实现量产应用≥1万个5G通信设备。

**（3）其它指标**

申请相关发明专利不少于10项。

**方向1.4 宽谱智能光交换光学材料与器件的研制**

**1、研究内容**

开展高双折射、低粘滞系数液晶材料的研究，满足超薄液晶层快速智能切换等要求；开展硅基液晶和液晶超表面器件在相位调制、偏振控制等方面的技术研究，探索结合超表面材料的硅基液晶制备工艺，降低材料量产成本；开展硅基液晶器件像素串扰问题的理论研究降低串扰、减小像素尺寸；基于硅基超表面液晶材料和器件，开展大端口全光波长交换器件的研究；开展扩展C+L波段宽谱有源增益光纤的研究，探索宽频谱低噪声光纤材料的组分设计及制备工艺，满足宽谱光交换光纤放大器要求，并研究光纤放大器器件。

**2、考核指标**

**（1）技术指标：**液晶材料双折射系数≥0.3（1.55m附近通讯波段），粘性系数≤120 Pas，液晶清亮点温度120℃；超表面材料插损≤0.5dB，衍射效率≥90%；硅基超表面液晶器件反射率≥80%，可支持光束偏转角度≥10°，切换响应时间≤10ms；全光波长交换器件端口规模支持132（C+L波带）；宽谱增益光纤增益范围覆盖C+L波段（至少覆盖1525nm-1620nm），实现光纤放大器增益达32dB，NF≤6dB@32dB、饱和出光功率≥25.5dBm。

**（2）产业化指标：**建立硅基液晶材料设计研发与验证平台，建立宽谱光交换光纤材料与放大器设计研发与验证平台；实现宽谱智能光交换器件的初步产业化，项目执行期内实现C+L波段波长交换器件和光放大器的运营商现网测试或试商用大于50部；实现本项目研究成果在5G/F5G通信、数据中心和云计算网络的广泛应用，支持“东数西算”算力网络的部署，实现骨干网络能耗大幅下降。

**（3）其它指标：**申请相关发明专利不少于10件，，提交行业或权威团体标准草案不少于1项。

**方向1.5 聚集诱导发光智能与感知材料研发与应用**

**1、研究内容**

基于分子内运动受限的AIE机理，开展经济、环保、高效的先进AIE生物医用智能和感知材料研发，筛选聚集态/固态下发光效率高、光稳定性好、生物相容性好的AIE材料；研制性能优异的AIE材料，筛选稳定、免洗、长效的生物荧光探针，实现其在高灵敏和特异性的生物检测前沿交叉技术中的智能感知、识别以及动态监测等；开展具有自主知识产权AIE材料与技术的产业化应用研究，针对人体肿瘤标志物、心血管疾病标志物、炎症因子等开发相关试剂盒和检测设备，并完成临床验证。

**2、考核指标**

**（1）技术指标：**针对细胞器结构、炎症因子及肿瘤标记物等的智能传感，筛选不少于300种已有AIE材料；开发不少于3款针对亚细胞器如线粒体、细胞核、溶酶体等的新的AIE探针，具备专一的细胞器靶向能力，与商品化细胞器探针共定位系数不低于0.9。针对人体肿瘤标志物、心血管疾病标志物、炎症因子等开发的相关试剂盒和检测设备，实现检测物质≥5种，单台重复性CV≤5%，台间精密度CV≤8%，分析灵敏度≤10-8 M 荧光素当量，信号范围≥0～1.0×105 RFU，单样本报告时间<15分钟，批内和批间CV≤15%，相对偏差≤10%，临床阴性符合率≥90%，阳性符合率≥90%。

**（2）产业化指标：**

开发针对人体内化学有害物质、血清常规检测项目检测试剂（盒）≥3种、便携式检测设备1款；开发针对人体肿瘤标志物、心血管疾病标志物、炎症因子等的相关试剂盒≥5种、便携式检测仪1款；完成不少于5000例临床样本的检测。

**（3）其它指标：**

申请相关发明专利不少于10件，申请CE或NMPA医疗器械产品注册证书不少于3个。

**专题二 电子新材料**

**方向2.1 高分辨率图形化聚丙烯酸酯类树脂的开发及应用**

**1、研究内容**

开展面向式ArF光刻胶技术需求的高分辨图形化聚丙烯酸酯类精准树脂配方设计，研究不同树脂单体结构、树脂单体组成比例对高分辨光刻胶性能的影响；开展精准树脂聚合控制技术开发，研究树脂序列结构均匀性、树脂分子量及分子量分布PDI对高分辨光刻胶性能的影响；开发电子级纯化技术，实现包括残留单体，残留引发剂，残留溶剂等PPB级金属离子杂质纯化方案与PPM级小分子杂质纯化方案；开展低聚物及高聚物杂质的纯化方案研究，实现树脂设计、精准聚合、电子级提纯等高分辨图形化聚丙烯酸酯类树脂关键技术及工程化，开展产品应用于浸没式ArF光刻胶制造过程小试及中试研究，并实现国产浸没式ArF光刻胶在12寸硅晶圆先进光刻工艺过程中的典型应用验证。

**2、考核指标**

**（1）技术指标。**应用于浸没式ArF光刻胶：线条图形半周期分辨率小于45nm，工艺窗口：DOF>60nm@EL5%，关键尺寸均匀性CDU＜2nm。

理化指标：功能基团序列调控均匀性U值＜8，分子量Mw范围5000-10000g/mol，分子量分布PDI的调控＜1.6。

工程化质量指标：分子量Mw范围目标Mw +/- 10%，分子量分布PDI的调控目标PDI +/- 10%，单体组成比例范围 +/- 5%，金属杂质＜20PPB，残留单体＜200PPM，残留溶剂杂质＜300PPM，水分＜1%。

**（2）产业化指标。**满足高分辨浸没式ArF光刻胶生产制备应用需要，建立高分辨图形化聚丙烯酸酯类精准树脂的示范性生产线，产品具有良好的批次稳定性，实现聚丙烯酸酯应用于浸没式ArF光刻胶制造，且国产浸没式ArF光刻胶通过12寸晶圆先进制程的应用验证。

**（3）其他指标。**高分辨图形化聚丙烯酸酯类精准树脂配方设计、聚合物控制技术、纯化技术等申请相关发明专利不少于10件。

**方向2.2 新型显示用光刻胶研发及应用**

**1、研究内容**

开展红、绿、蓝彩色光刻胶、黑色光刻胶（BM）、高分辨TFT正性光刻胶产品研制与产业化研究，并在平板显示产业中推广应用。研究设计新结构的树脂、感光剂和光引发剂，满足高分辨率、高耐热、高感光速度和宽工艺窗口的应用要求；设计新结构的分散树脂，研究颜料分散技术；研制两类光刻胶的生产流程、品质保证、分析方法、洁净条件、应用配套工艺和大尺寸基板高速涂布技术等；建立工艺质量保证标准和体系，确保产品的批次稳定性。

**2、考核指标**

**（1）技术指标**

**彩色光刻胶：**40 mJ/cm2≤感度≤80 mJ/cm2，分辨率圆形开孔直径≤16 μm，色域≥94%（DCI标准）；红色光刻胶透过率≥18%，绿色光刻胶透过率≥61.5%，蓝色光刻胶透过率≥12%；不同批次感度误差为±5%。

**黑色光刻胶：**OD值>4.0；高阻抗Rs>1.0×1012；低阻抗Rs<1.0×108；分辨率：<10 μm

**LTPS/OLED用TFT正性光刻胶：**分辨率达到1.5 μm，20 mJ/cm2≤感光速度≤40 mJ/cm2，含水量≤0.5%，涂布涂布膜厚均匀性＜3%，单项金属痕量杂质≤100 ppb，颗粒数量（＞0.5μm）＜20个/ml，不同批次感度误差为±5%。

**（2）产业化指标**

建成1000吨级彩色光刻胶生产线、1000吨级黑色光刻胶生产线以及2000吨级LTPS/OLED用TFT正性光刻胶生产线；建立工艺质量保证标准和体系；满足客户制程需要，并进入批量验证和应用；与客户签订正式采购协议，并持续供货6个月以上。

**（3）其它指标**

彩色光刻胶、黑色光刻胶和TFT正性光刻胶各申请相关发明专利不少于10件。

**方向2.3 铜蚀刻液和银蚀刻液关键技术研发及应用**

**1、研究内容**

开发应用于新型显示领域的铜和银金属两类蚀刻液。研究不同螯合剂、抑制剂以及辅助氧化剂的各组合配比优化工艺，研究各组分的合理设计方法及刻蚀速度、精度、选择性控制技术等，获得与底层进行材料匹配、适用于高端显示面板用的铜蚀刻液和银蚀刻液；研究以双氧水、抑制剂与络合剂配方构架与混合液配制方法，实现对铜金属的高选择性高寿命蚀刻；研究混酸与绿色添加剂相互作用，并对银及合金进行选择性蚀刻，实现良好的锥度轮廓（Taper Profile）及残留的良好控制。

**2、考核指标**

**（1）技术指标**

**铜蚀刻液：**最小铜承载量不低于6000ppm；蚀刻速率不低于4000 Å/min，蚀刻温度≤35℃；蚀刻后，金属角度30-70度，光阻边缘到金属边缘距离目标值0.7-0.9um，且无残留，倒角等；双氧水型环保蚀刻≤23%；铜膜厚兼容性2800-8000 Å；在可用的最大铜承载量蚀刻液中，额外再增加3000ppm铜离子，不会发生突沸现象。

**银蚀刻液：**蚀刻温度≤45℃，Ag膜厚兼容性900Å~2000Å；蚀刻速率不低于2 Å/S；蚀刻后，无金属残留、无倒角等，单侧光阻边缘到金属边缘距离目标值0.2-1.5μm。

**（2）产业化指标**

实现产业化应用，量产后24小时内特性值无明显变化，铜蚀刻液保质期≥7天，银蚀刻液保质期≥6个月。项目成果满足用户制程需要，与用户签订正式采购协议，持续供货6个月以上。实现量产应用≥300吨。

**（3）其它指标**

申请相关发明专利不少于10件。

**专题三 化合物半导体材料**

**方向3.1 面向新能源汽车动力驱动的8寸SiC MOSFET功率电子材料与器件的研发与产业应用**

**1、研究内容**

针对车规级8英寸4H-SiC衬底、外延晶圆、功率芯片及模块的关键共性技术的产业发展需求，研究大尺寸碳化硅多晶单晶竞争生长机制，建立同质大面积缺陷界面增殖模型，研究大尺寸SiC超厚生长工艺方法及衬底制备技术；研究大尺寸、高均匀性外延晶圆的高速厚膜生长及缺陷控制技术；研究低比导通电阻的SiC MOSFET元胞设计方法，研究基于栅界面缺陷控制的芯片工艺技术；研究低寄生参数低热阻的车规级SiC MOSFET模块小型化封装技术；研究芯片在雪崩、浪涌、短路等极端条件可靠性评价技术及加速老化试验方法，研究失效物理（PoF）的加速寿命模型；开展器件的新能源汽车动力驱动技术研究，实现车载示范应用。

**2、考核指标**

**（1）技术指标**

车规级8英寸碳化硅衬底微管密度≤ 0.5 cm-2，电阻率≤26 mΩ·cm，TTV≤10 μm，Warp≤40 μm；8英寸碳化硅外延晶层厚度不均匀性≤ 3%，掺杂浓度不均匀性≤ 6%，外延层 BPD 位错密度≤ 0.5 cm-2，表面形貌缺陷密度≤ 0.5 cm-2，外延晶片翘曲度（WARP）≤ 40 μm，外延晶片弯曲度（BOW）≤30 μm，外延良品率≥ 90%；基于8英寸外延晶圆的1200V耐压等级SiC MOSFET器件沟道载流子迁移率μch>20 cm2/V·s，图形外延畸变率<10% @5 μm，SiC刻蚀表面粗糙度<10 nm@5μm；单芯片的额定电压下关态漏电流< 250 μA，导通电阻< 15 mΩ，比导通电阻RDS•sp < 2.7 m·cm2，器件可靠性满足HTRB试验1000小时不失效和HTGB试验1000小时阈值电压漂移量<0.5V，芯片工艺生产良率大于85%；车规级1200 V耐压等级功率模块杂散电感<10 nH、热阻≤0.16 K/W、平均工作结温=175℃，电流能力>600A；车载电机控制器功率密度≥45 kW/L，峰值效率>99%，电磁兼容达到装车要求。

**（2）产业化指标**

在广东省实现车规级8英寸碳化硅衬底及外延晶圆产业化，形成年产1万片衬底及5万片外延晶圆制造能力，新增8英寸碳化硅外延晶圆年销售额3亿元以上；实现基于8英寸4H-SiC外延晶片的1200V耐压等级高性能SiC MOSFET芯片及功率模块的小批量生产，并实现不小于5000颗功率芯片的新能源汽车用动力逆变器的应用，达成相应器件销售收入2亿元以上，完成新能源汽车动力驱动装车应用不少于500辆。

**（3）其它指标**

建立面向车规级应用的SiC芯片长期可靠性测试评估方法及寿命预计模型；申请相关发明专利不少于10项。

**方向3.2 基于蓝宝石衬底的GaN功率电子材料与器件研制**

**1、研究内容**

研究大尺寸蓝宝石衬底上高耐压高电导高均匀GaN异质结构外延晶圆的产业化制备技术，研究蓝宝石衬底上高质量GaN高阻化外延生长技术；研究高性能高可靠蓝宝石衬底GaN基HEMT器件结构设计及制备工艺技术，研究蓝宝石衬底GaN基HEMT器件的电场调控技术；开展应用于蓝宝石衬底湿法剥离的GaN基电子器件结构优化及外延制备技术研究，开发无需激光辅助的大面积GaN基器件外延的化学湿法剥离技术、蓝宝石衬底重复利用技术等；研究基于蓝宝衬底及衬底剥离的GaN基HEMT器件的散热封装技术，研究器件的可靠性机理，探索材料中缺陷和杂质对器件性能的影响规律、研究强电场下的漏电机制，并实现器件在通用电源领域的示范应用。

**2、考核指标**

**（1） 技术指标**

制备6英寸蓝宝石衬底上的高质量GaN外延片，外延片翘曲< ± 50 μm，厚度不均匀性<3%；GaN材料XRD摇摆曲线宽度FWHM(002) ≤180 arcsec，FWHM(102) ≤180 arcsec，位错密度≤5×107 cm-2，GaN高阻层方块电阻≥1×1011 Ω/sq，HEMT异质结构方块电阻≤320 Ω/sq；器件导通电阻≤200 mΩ，比导通电阻≤6 mΩ∙cm2，耐压≥650 V，关态漏电流≤1 μA@650 V，热阻<2℃/W；在无需激光辅助的情况下，剥离蓝宝石衬底获得连续无裂纹、无损伤外延薄膜尺寸不小于4英寸，侧向腐蚀速率大于1200μm/min，剥离后的GaN外延层残余应变小于0.2 GPa，单片剥离时间< 20 分钟；剥离面的表面粗糙度RMS< 20 nm @2500 μm2,，器件导通电阻≤16Ω·mm，开关比≥107，关态漏电流≤0.01 μA/mm @650 V。

**（2） 产业化指标**

实现可量产化的蓝宝石上GaN基功率电子材料和器件，并通过JEDEC可靠性验证，形成6英寸5000片以上的月产能。

**（3） 其它指标**

申请相关发明专利不少于15件。

**方向3.3 GaN高压单片功率集成关键材料及其器件应用研究**

**1、研究内容**

研究适用于GaN高压功率集成的新型Si衬底GaN外延材料结构，研究适用于新型Si衬底GaN外延结构的MOCVD外延生长技术，研究MOCVD生长参数对新型外延结构特性的影响规律；研究基于该新型Si衬底GaN外延材料的低电阻高稳定性功率器件结构，开发工艺制备技术，开发基于该新型Si衬底GaN外延材料的高压隔离技术，研究高压隔离结构对功率集成回路中的高压串扰效应的抑制机制；制备200V和650V GaN半桥集成电路芯片，并实现功率变换的示范验证。

**2、考核指标**

**（1）技术指标**

基于新型Si衬底GaN异质结构外延层位错密度<1×109cm-2，厚度不均匀性<1.5%，2DEG方块电阻<320 ohm/sq，晶圆翘曲率小于50 μm，对于两种耐压等级器件，分别在@650V和@200V时，材料外延的纵向漏电流均小于10 A/cm2。

对于650V集成器件，器件比导通电阻小于5 mΩ∙cm2，单管器件导通电阻小于140 mΩ，阈值电压大于1V，400V漏级电压应力下动态电阻退化小于20%，动态阈值电压漂移小于0.5V；单片集成GaN半桥功率芯片耐压大于650V，半桥电路中任一器件的源极电压在650V电压范围内进行变化时，对另外任一器件的导通电阻的影响小于5%，对另外任一器件的击穿电压的影响小于5%。

对于200V集成器件，器件比导通电阻小于0.2 mΩ∙cm2，单管器件导通电阻小于10 mΩ，阈值电压大于1V，80V漏级电压应力下动态电阻退化小于20%，动态阈值电压漂移小于0.2V；单片集成GaN半桥功率芯片耐压大于200V，半桥电路中任一器件的源极电压在200V电压范围内进行变化时，对另外任一器件的导通电阻的影响小于5%，对另外任一器件的击穿电压的影响小于5%。

**（2）产业化指标**

完成200V耐压等级Si衬底GaN功率集成器件的可控量产，在硅/化合物半导体晶圆中试线完成小试和中试试验，并通过JEDEC可靠性验证，形成每月5000片以上的产能。

**（3）其它指标**

申请相关发明专利不少于15件。

**方向3.4 InP基超晶格薄膜制备及宽光谱单光子雪崩探测器件研制**

**1、研究内容**

开展面向下一代激光雷达传感技术用InP基超晶格薄膜的规模化制备、硅基异质集成与光探测器件应用研究；研发高质量InP基超晶格薄膜外延制备技术，开发稳定气相输运及多参数协同优化工艺；开发晶圆级InP基超晶格薄膜向硅衬底的稳定无损转移方法，实现在硅衬底上的高质量异质键合集成；开发硅衬底上InP基近红外单光子雪崩探测阵列，研究其关键制造技术。建立完整的晶圆级InP基超晶格薄膜制备、剥离、转移和键合工艺路线和标准规范。

**2、考核指标**

**（1）技术指标：**实现大面积高质量InP薄膜的外延制备，薄膜尺寸≥100mm，XRD摇摆曲线半峰宽≤300 arcsec，本征载流子迁移率≥4000cm2/V•s，光致发光1000±50 nm；实现InP基超晶格薄膜的可控剥离和大面积转移，转移薄膜尺寸≥60 mm，转移后薄膜完整度≥95%；硅衬底异质集成的InP基雪崩单光子探测器工作波长范围950~1650 nm，1550 nm波长条件下光子探测效率≥30%，暗计数≤ 150/kHz，单片分辨率≥32×32，盲元率≤5%，阵列击穿电压均差≤1.5V，像元中心距为≤150μm。

**（2）产业化指标：**年产硅衬底上InP基近红外雪崩单光子探测器套数不低于100套，新增产值不低于1500万元。

**（3）其它指标：**申请相关发明专利不少于10件。

**专题四 先进金属材料**

**方向4.1 高性能钕铁硼辐射取向磁环关键技术研发与产业应用**

**1、研究内容**

面向汽车产业、精密数控机床、高端机器人等领域，研究烧结钕铁硼辐射取向磁环成分-结构-性能的构效关系；开展高性能烧结钕铁硼辐射取向磁环制备技术研究；研究速凝铸带、磁粉破碎、取向成型、烧结热处理等工艺对磁环磁性能、加工性及耐温性的影响规律，突破烧结辐射取向磁环的性能瓶颈；开发适用于多规格辐射取向成型的新工艺及装备；开发高一致性磁环批量生产新技术，建立产业化示范。

**2、考核指标**

**（1）技术指标：**高性能烧结钕铁硼磁环剩磁Br≥1.35T，综合磁性能（内禀矫顽力（kOe）+最大磁能积（MGOe））Hcj+(BH)max≥60。多级磁环表磁不均匀性＜8%；磁环带轴150°C保温2小时热衰减<3.5%。最大磁环直径（外径）≥80mm；最小磁环直径（外径）＜8mm。磁环最大高度≥60mm；磁环最薄壁厚＜1.0mm。

改善烧结炉温区均匀性，使磁环烧结过程不开裂，单炉成品率≥80%，同批次最大磁能积偏差＜±4%，不同批次最大磁能积的平均值差异＜1.5%；改善辐射环压机辐射取向一致性，圆周方向的磁性能波动幅度<5%（Ф40mm\*40mm辐射环）；高度方向最大磁能积差别小于2MGOe。开发出≥1套适用于大尺寸辐向环（外径范围50-80mm）取向成型的新工艺及装备。

**（2）产业化指标：**完成高性能辐射取向磁环产业化关键技术攻关，形成年产150万只磁环的过规模化生产能力，在汽车、精密数控机床、高端机器人等领域得到示范应用，新增销售收入1亿元以上。

**（3）其它指标：**申请相关发明专利不少于10件。

**方向4.2 面向高端医疗影像设备稀土闪烁晶体与探测器件研发**

**1、研究内容**

开展大尺寸、高质量LYSO:Ce3+（铈掺杂的硅酸钇镥）闪烁晶体制备及产业化技术研究，研究晶体生长温度梯度、生长气氛、晶体拉速、退火气氛等工艺条件对LYSO:Ce3+晶体性能的影响，研究晶体的辐射光输出特性、Ca2+、Mg2+等离子掺杂对LYSO：Ce3+晶体生长特性及光输出、衰减时间等关键性能的影响规律；开展Ce3+和Pr3+激活的新型卤化物闪烁晶体材料的设计与制备技术研究，研究制备因素对生长LaBr3:Ce3+（铈掺杂的溴化镧）晶体的光输出、能量分辨率、衰减时间的影响，实现大尺寸高质量的LaBr3:Ce3+闪烁晶体的制备；开展新型闪烁体探测器的设计与性能研究，研究闪烁体探测器的精度、灵敏性和探测范围提升技术、光谱分析软件优化技术，推进探测器在高能物理、核医学成像、安全检查等领域的示范应用。

**2、考核指标**

**（1）技术指标**

LYSO:Ce3+闪烁晶体：晶体直径>3英寸，光输出>32,000 ph/MeV，能量分辨率<9%（@662keV），衰减时间<35 ns。

LaBr3:Ce3+闪烁晶体：晶体直径> 3英寸，光输出>60,000 ph/MeV，能量分辨率< 3%（@662keV），衰减时间<30 ns。

数字PET探测器产品，符合时间分辨率优于300ps，能量分辨率优于10%@662keV。与实际应用相关的空间分辨率1-2 mm，探测效率（或灵敏度）高于50%，探测器单元面积50 mm x 50 mm，更大面积的探测器可由此单元扩展而成。

**（2）产业化指标**

建设3英寸稀土闪烁晶体中试生产线一条，项目完成后，新增销售收入5000万元以上。

**（3）其它指标**

申请相关发明专利不少于10件。

**方向4.3 高性能非晶合金反射镜关键材料与器件研发及应用研究**

**1、研究内容**

开展适用于空间环境、海洋环境的反射镜镜体的高性能非晶合金材料设计制备及标准化研究；开展适用于激光反射镜镜体的高性能非晶合金材料的设计制备及标准化研究；开发出适用于不同口径和尺寸的非晶合金反射镜器件结构功能一体化铸造的工艺、技术与装备；开发出高精度微纳米非晶合金反射镜阵列模具材料装备部件。

**2、考核指标**

**（1）技术指标：**空间非晶合金反射镜：镜体密度低于5.0 g/cm3, 室温强度≥1.0 GPa，模量≥40 GPa，温度区间-100℃~100℃，材料强度变化不超过10 %，特定波长反射率达到0.95及以上，空间非晶合金反射镜单口最大直径达1±0.3 m，海洋非晶合金反射镜海水腐蚀抗力优于304不锈钢（室温下，3.5%NaCl溶液中的腐蚀电位约-0.3 V, 腐蚀电流密度约为8×10-6 A/cm2）；激光非晶合金反射镜：室温强度优于1.5GPa, 表面粗糙度小于0.5nm，特定波长反射率达到0.95及以上；非晶合金反射镜制备的导光板模具：使用寿命100万次以上，尺寸精度优于300nm，导光率比传统的钢模具技术提升3-6%。

**（2）产业化指标：**项目完成后，能够提供适用于空间领域的大口径非晶反射镜（直径大于0.3m的反射镜）样品，具备小批量的生产能力；能够提供小口径（直径小于0.3 m）的空间反射镜样品或者海洋、激光等领域上需求的反射镜样品，具备小规模生产的能力；能够小批量生产非晶镜面微纳米导光板等模具。以上所有非晶镜和模具产品的总产值，在项目结题前达到500万元。

**（3）其它指标：**非晶反射镜都能够满足适用要求，由应用方出具应用验证报告；申请相关发明专利不少于10件。

**专题五. 材料基因工程与材料测试评价技术**

**方向5.1 新型铜基复合材料高通量制备、服役评价与产业应用**

**1、研究内容**

开展铜基复合材料高通量制备过程组织与性能演化的多尺度建模与工艺设计研究，开发具有自主知识产权的铜基复合材料块体样品高通量制备技术，开发铜基复合材料粉末冶金高通量制备装置及开展高通量界面改性研究。基于原位自生增强相反应热力学、动力学行为研究，发展铜基复合材料制备科学新原理，阐明铜基复合材料协同强化机制，揭示增强相特征参量与铜基复合材料性能内在关联，研究增强相与基体界面对铜基复合材料性能的影响规律。研究铜基复合材料及构件组织、性能及微观缺陷的高通量实验表征、评价方法，构建成分—构型—工艺—界面—性能关系设计平台及多尺度计算平台，实现铜基复合材料构型的模型高效创建与计算，实现典型铜基复合材料在新一代电子信息领域的示范应用。

**2、考核指标**

**（1）技术指标：**开发的高导热铜基复合材料热导率＞800W/(m·K)，热膨胀系数介于4-7×10-6/K之间可调节，致密度＞99%，密度≤6.0 g/cm3，热循环服役3000h以上，导热性能衰减小于20%；开发的高耐热铜基复合材料抗拉强度≥630MPa，热导率＞360W/(m·K)，电导率≥88％IACS，抗高温软化温度≥900℃；建立支撑新型铜基复合材料研发和工艺优化的数据库1个，数据量≥20万条；开发不同增强相的铜基复合材料高通量制备方法，粉末冶金工艺制备能力≥100样品数/批次。

开发基于铜基复合材料功能特性（热导率、电导率、热膨胀系数、热循环服役）的高通量评价技术≥3项，单次样品≥10个；建成涵盖成分—构型—工艺—界面—性能关系设计平台及多尺度计算平台，数据≥104 条；实现3种以上产品全流程快速服役评价，实现产品核心性能和工艺的显著优化。

**（2）产业化指标：**建立年产500吨铜基复合材料生产线，实现典型领域产品开发及推广应用，销售不低于1亿元。

**（3）其它指标：**申请铜/碳复合材料相关发明专利不少于15件。

**方向5.2 新型高性能力致电光材料高通量设计、制备与表征**

**1、研究内容**

基于材料基因工程理念研究无机力致电光晶体材料的高通量制备、表征和评价的新原理及新方法，研究铌酸盐和镓酸盐/硫氧化物等力致电光晶体材料高通量制备过程组织演化模拟与工艺设计；建立材料“结构-组分-工艺-电光性能”关系的综合数学模型，实现从材料功能基元成分、数量、尺寸、结构到加工工艺过程参数调整对最终电光性能影响的自动预测；构建高通量力致电光材料表征和检测平台，开发高通量前沿新材料测试技术，形成力致电光材料的高通量制备-表征-评价全流程方案；构建面向力致电光材料研发与骨肿瘤组织杀灭应用的高通量、模块化实验子平台，实现力致电光材料制备的应用示范。

**2、考核指标**

**（1）技术指标：**形成3种以上无机力致电光晶体材料的新型高通量设计-实验-测试全流程方案，并验证可行性；研究出3种以上力致电光材料的新型高通量实验技术，并开发出3台套以上具有自主知识产权的高通量材料制备样机；力致电光材料样品制备可控组分≥3种，样品制备通量≥100个/批；实现表征区域≥200 μm，空间分辨率≤100 μm的原位无损表征，高通量单次检测样品数≥10个；实现样品电/光/力性能测量速度提高50-100倍；开发出3种以上具有自主知识产权的力致电光材料，在2种以上新材料中实现无需预辐照供能，其中力致发光性能：波长范围700-1600 nm，发光强度>100 cd/m2，力致发光阈值<1 N，生物组织穿透深度>30 mm；力致发电性能：压电常数范围0.5~30 pC/N，压电势范围10~100 mV；在满足安全性的前提下，建成≥100个/批骨肿瘤组织杀灭应用的高通量平台，筛选实现力致电光材料骨肿瘤抑制率大于80%的高通量示范应用。

**（2）其它指标：**申请软件著作权5件以上，申请相关发明专利不少于15件。

**方向5.3 芯片用电子化学品全流程测试评价**

**1、研究内容**

开展针对芯片先进封装用光敏聚酰亚胺、光刻胶、电镀液、底部填充胶、环氧塑封料、热界面材料、临时键合材料、增层胶膜等关键材料的可靠性仿真、测试评价与应用验证技术研究。开展上述材料在芯片先进封装中的工艺与可靠性验证技术研究，研究关键材料在先进封装中的失效分析与可靠性评价方法，研究封装关键材料的失效模型及服役状态下的热应力可靠性分析方法和模型。开发适用于上述关键材料、工艺结构和产品的软件算法、夹具、配套附件，搭建相关测试设备及芯片用电子化学品工艺验证线，形成面向先进封装材料的可靠性模型、高端测试分析和验证评价的产业化服务能力。

**2、考核指标**

**（1）技术指标：**研究对象包括晶圆级封装（WLP）和面板级封装（PLP）等2种先进封装类型，覆盖光敏聚酰亚胺、封装用光刻胶、芯片级底部填充胶、环氧塑封料、芯片级热界面材料、导电浆料、封装载板用增层胶膜等7种材料种类。

可验证线宽/线距≤5μm/5μm、焊球尺寸≤30μm、焊点间距≤40μm的晶圆级封装结构，以及线宽/线距10μm /10 μm、盲孔深径比≥1:1的板级封装结构对材料的应用要求。

形成材料/器件等2个层级的测试和验证指标体系，开发厚度5μm的薄膜材料界面附着力测试方法和厚度5μm~50μm的薄膜介电性能测试方法，线距5μm下介质材料耐电化学迁移极限能力评估方法。具备对热界面材料、底部填充胶等封装材料/器件/组件的失效分析技术能力，覆盖不少于20种失效模式，开发非接触的高灵敏、高精度精密测量检测和缺陷检测分析技术，三维测量精度≤10μm，裂纹检测精度≤5μm；建立起可靠性热应力仿真模型，建模精度≤500nm，仿真结果温度精度≤10-3 K。

建立晶圆级封装WLP和板级封装PLP的2条材料功能验证线。晶圆级封装WLP验证线后RDL工艺能力可到布线层数到2层以上，板级封装PLP验证线具备515525mm以上板幅验证能力。

**（2）产业化指标：**面向行业开着技术指导、材料分析测试与认证、工艺验证等公共服务，服务于产业链上下游企业不少于70家次，服务数量不少于300批次，实现产值规模不低于2000万。

**（3）其它指标：**制定电子封装材料测试规范不少于5件，申请相关发明专利不少于10件；实现至少3种关键材料的国产化替代，产品进入龙头企业供应链系统。