**附件3**

**奖种：上海市科技进步奖**

**项目名称：室温近红外焦平面组件关键技术及航天应用**

**项目简介**

本项目属于信息技术领域。面向国家战略需求，通过高性能、高可靠性室温近红外InGaAs焦平面组件核心关键技术的突破，有力支撑并推动了我国先进航天遥感仪器的跨代发展，实现了我国该类新组件的首次航天应用，打破了国外对航天级近红外焦平面组件的禁运和技术封锁。

近红外波段是重要的大气透过窗口，地球上的物质如岩石、矿物、农作物等通过反射在该波段表现出独特的光谱特性，近红外探测可以提供可见光、短中长波红外探测所不能提供的信息，尤其在气溶胶、大气粉尘、雾霾等条件下具有更好的探测能力，可获得更为丰富的地物和大气遥感信息。本项目针对载人航天和对地观测等重大专项先进光电遥感仪器对近红外探测的需求，突破了材料、芯片、电路、组件及航天应用的多项关键技术，研制成功新型室温高性能800×2元双波段近红外InGaAs焦平面组件，综合技术达到国际先进水平，有效像元率达到100%，并建立了该组件从基础研究、关键技术预研、型谱通用产品化到航天应用的完整技术体系，成功应用于天宫二号和风云四号。取得的主要科技进步及创新点如下：

1、发明了InGaAs多层材料界面和表面优化新技术，开发了器件级材料均匀性评价及光谱表征新方法，揭示了材料及工艺参数与器件均匀性的关联性，为无盲元、高均匀性焦平面及航天应用提供了重要支撑。

2、创新性地提出了微台面、子像元等新结构，发明了表面特殊处理和低应力薄膜制备等新方法，有效改善了芯片表面态和界面态，将探测器暗电流和量子效率等核心技术指标显著提升到国际先进水平。

3、建立短波红外焦平面组件调制传递函数（MTF）高精度评价方法，指导引入了特殊吸收新结构和微纳尺度光学隔离措施，有效地抑制探测器的串音，组件MTF优于0.6，处于国际领先水平。

4、建立了航天应用近红外InGaAs焦平面组件工艺规范，突破了800元像素精细光谱谱型一致性控制、高可靠性集成TEC的组件封装等技术关键，系统应用获取的遥感数据在国际上处于领先地位。

本项目获授权国家发明专利19项，发表SCI论文28篇，专著1部，主编SPIE文集6卷。国家权威部门检测、用户报告和验收报告等指出，本项目新型室温高性能近红外InGaAs焦平面组件的性能指标达到并部分超过国外同类产品。项目成果推动了该组件向高性能、多功能、系列化发展，其中，2013年11月800×2组件产品交付2套，2016年9月随天宫二号宽波段成像光谱仪成功发射，验证了其满足航天可靠性的要求，获取的遥感数据在国际上处于领先地位。2015年11月8×2组件产品交付，2016年11月随风云四号A星多通道扫描成像辐射计成功发射，首次在我国气象卫星中使用，显著提升了近红外通道观测能力。本项目成果还直接应用于新一代环境卫星、海洋卫星、空间站等航天先进光电遥感仪器，同时作为近红外微型光谱仪和短波红外相机等军民融合技术的核心芯片，已推广应用于国家重大科技基础设施、环境监测、食品检测等，在国民经济和社会发展中发挥了重要作用。

**知识产权情况**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **国别** | **知识产权类别** | **授 权 号** | **名称** |
| 1 | 中国 | 授权发明专利 | ZL200710047624.9 | InGaAs低台面线列或面阵红外探测器芯片 |
| 2 | 中国 | 授权发明专利 | ZL201210019745.3 | 一种平面型子像元结构铟镓砷红外探测器芯片 |
| 3 | 中国 | 授权发明专利 | ZL201110317200.6 | 一种台面型铟镓砷探测器制备方法 |
| 4 | 中国 | 授权发明专利 | ZL200910049111.0 | 一种平面结构铟镓砷阵列红外探测器 |
| 5 | 中国 | 授权发明专利 | ZL201410246865.6 | 一种提高异质材料界面质量的分子束外延生长方法 |
| 6 | 中国 | 授权发明专利 | ZL201310013303.2 | 基于免等离子工艺降低暗电流的光电探测器芯片制作方法 |
| 7 | 中国 | 授权发明专利 | ZL200710173512.8 | 背照射铟镓砷微台面线列或面阵探测器芯片及制备工艺 |
| 8 | 中国 | 授权发明专利 | ZL201110174762.X | 一种应用于线列红外焦平面探测器的高稳定性倒焊基板 |
| 9 | 中国 | 授权发明专利 | ZL200910197301.7 | 一种集成滤光微结构的InGaAs线列或面阵探测器 |
| 10 | 中国 | 授权发明专利 | ZL201310469740.5 | 一种热电制冷的超长线列InGaAs探测器封装结构 |

**发表论文著作情况**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **论文、著作** | **他引次数** | **SCIEI收录** | **通讯作者** |
| 1 | 张永刚，顾溢，马英杰，半导体光谱测试方法与技术[M],科学出版社,2016 | 0 | 否 | 张永刚 |
| 2 | Li C, Zhang Y, Gu Y, et al. Analysis and evaluation of uniformity of SWIR InGaAs FPA–Part II: Processing issues and overall effects[J]. Infrared Physics & Technology, 2013, 58: 69-73. | 2 | 是 | 张永刚 |
| 3 | Zhang Y G, Zhou L, Gu Y, et al. Correction of response spectra of quantum type photodetectors measured by FTIR [J]. Journal of Infrared and Millimeter Waves, 2015,34(06):737-743. | 2 | 是 | 张永刚 |
| 4 | Zhang Y G, Xi S P, Zhou L, et al. Correction of intensity of emission spectra in a wide wave number range measured by FTIR[J]. Journal of Infrared and Millimeter Waves, 2016,35(01):63-67. | 1 | 是 | 张永刚 |
| 5 | Tang H, Wu X, Zhang K, et al. The defect density of a SiNx/In0.53Ga0.47As interface passivated using (NH4)2Sx[J]. Applied Physics A, 2008, 91(4): 651-655. | 4 | 是 | 龚海梅 |
| 6 | Tang H, Wu X, Xu Q, et al. Effect of sulfur passivation on the InP surface prior to plasma-enhanced chemical vapor deposition of SiNx[J]. Semiconductor Science and Technology, 2008, 23(3). | 4 | 是 | 龚海梅 |
| 7 | Li Y, Tang H, Zhu Y, et al. Optimum guard-ring for planar InP/InGaAs Photodiode characterized with AFM, SCM and LBIC[J]. Journal of Infrared and Millimeter Waves, 2010,29(06):401-405. | 1 | 是 | 龚海梅 |
| 8 | 黄张成,黄松垒,张伟,陈郁,方家熊.边积分边读出低噪声红外焦平面读出电路研究[J].红外与毫米波学报,2011,30(04):297-300+304. | 13 | 是 | 黄张成 |
| 9 | Ma Y J, Zhang Y G, Gu Y, et al. Behaviors of beryllium compensation doping in InGaAsP grown by gas source molecular beam epitaxy[J]. AIP Advances, 2017, 7(7): 075117. | 1 | 是 | 张永刚 |
| 10 | Xi S P, Gu Y, Zhang Y G, et al. InGaAsP/InP photodetectors targeting on 1.06 μm wavelength detection[J]. Infrared Physics & Technology, 2016, 75: 65-69. | 4 | 是 | 张永刚 |
| 11 | Gu Y, Zhang Y G, Chen X Y, et al. Nearly lattice-matched short-wave infrared InGaAsBi detectors on InP[J]. Applied Physics Letters, 2016, 108(3): 032102. | 5 | 是 | 张永刚 |
| 12 | Ma Y J, Zhang Y G, Gu Y, et al. Tailoring the performances of low operating voltage InAlAs/InGaAs avalanche photodetectors[J]. Optics express, 2015, 23(15): 19278-19287. | 7 | 是 | 张永刚 |
| 13 | 李雪,邵秀梅,唐恒敬,汪洋,陈郁,龚海梅.近红外256×1元InGaAs焦平面探测器无效像元研究[J].红外与毫米波学报,2011,30(05):409-411+438. | 3 | 是 | 李雪 |
| 14 | Li X, Huang S, Chen Y, et al. Noise characteristics of short wavelength infrared InGaAs linear focal plane arrays[J]. Journal of Applied Physics, 2012, 112(6). | 0 | 是 | 李雪 |
| 15 | Deng H, Tang H, Li T, et al. The temperature-dependent photoresponse uniformity of an InGaAs subpixels infrared detector by the LBIC technique[J]. Semiconductor Science and Technology, 2012, 27(11). | 0 | 是 | 龚海梅 |
| 16 | 曹高奇,唐恒敬,李淘,邵秀梅,李雪,龚海梅.异质结InP/InGaAs探测器欧姆接触温度特性研究[J].红外与毫米波学报,2015,34(06):721-725. | 1 | 是 | 龚海梅 |
| 17 | Li X, Gong H, Fang J, et al. The development of InGaAs short wavelength infrared focal plane arrays with high performance[J]. Infrared Physics & Technology, 2017, 80: 112-119. | 3 | 是 | 李雪 |
| 18 | Li P, Tang H, Li T, et al. Measuring the Minority-Carrier Diffusion Length of n-Type In 0.53 Ga 0.47 As Epilayers Using Surface Photovoltage[J]. Journal of Electronic Materials, 2017, 46(4): 2061-2066. | 0 | 是 | 龚海梅 |
| 19 | Yu C, Li X, Yang B, et al. Noise characteristics analysis of short wave infrared InGaAs focal plane arrays[J]. Infrared Physics & Technology, 2017, 85: 74-80. | 0 | 是 | 龚海梅 |
| 20 | Zhang Y, Gu Y, Chen P, et al. Composition uniformity characterization and improvement of AlGaAs/GaAs grown by molecular beam epitaxy[J]. Materials Science in Semiconductor Processing, 2018, 79: 107-112. | 0 | 是 | 张永刚 |

**主要完成单位**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **排名** | **单位名称** | **单位性质** |
| 1 | 中国科学院上海技术物理研究所 | 科研院所 |
| 2 | 中国科学院上海微系统与信息技术研究所 | 科研院所 |

**主要完成人**

龚海梅，李雪，张永刚，邵秀梅，刘大福，李淘，顾溢，黄张成，范广宇，陈郁，黄松垒，方家熊，

李向阳，段微波，乔辉