

2019 年浙江省科技进步奖公示内容

一、项目名称

大尺寸 LED 蓝宝石衬底材料生产设备研发及产业化

二、推荐者及推荐意见

推荐者：金华市人民政府

推荐意见：

该项目围绕国家“十二五”和“十三五”战略发展规划纲要展开技术创新活动，属于战略性新兴产业集成电路发展工程关键装备的重点发展内容，也是中国制造 2025 中推动半导体产业链发展关键一环，符合国家重点支持领域，项目被列为 2012 年度浙江省厅市会商重大攻关项目。

项目在关键设备及工艺被国外垄断、国内设备自动化程度及工作效率低的背景下，立足自主开发，以打破国外垄断实现弯道超车为目标，通过持续有效研发，形成一整套设备和工艺解决方案，成功实现高质量大尺寸蓝宝石晶体低成本智能化生产，填补了多项国内空白。

该项目各项技术层次分明，技术逻辑严密，已成功开发出具有自主知识产权的大尺寸 LED 蓝宝石衬底材料生产设备并实现了产业化，把原本占据垄断地位的国外蓝宝石设备商赶出国内市场，蓝宝石晶片供应从完全依赖进口到实现自给自足，并大批量供应国际市场，极大促进了国内 LED 行业的发展。项目新增销售 4.4 亿元，利税 1.02 亿元，出口创汇 390 万美元。随着太阳能半导体行业的全面复苏，该项目 2019 年已签订大额供货合同，未来发展前景无限。

项目研发的蓝宝石长晶设备多次被评为浙江省首台（套）产品，浙江省优秀工业新产品，通过项目研发公司参与制定两项国家标准，取得 7 项发明专利授权及 16 件其他知识产权，有较强的研发能力。

我单位认真审阅了该项目推荐书及其附件材料，确认真实有效，相关栏目符合填写要求。完成人、完成单位排序无异议。

三、项目简介

① 主要技术内容：

本项目在半导体领域所需蓝宝石生产设备被国外垄断、晶体生产设备昂贵、设备自动化程度低的背景下，以开发大尺寸、低成本、智能化蓝宝石晶体生产设备为目标。经过 6 年持续研发攻关，有效解决了蓝宝石晶体生长过程中炉台测温困难、引晶依靠人工、晶体生长尺寸小等重大技术难题，打破了蓝宝石晶体生长

炉技术国际产业的垄断，实现 LED 衬底材料的全面国产化。

本项目技术：（1）首创全自动引晶技术，实现引晶过程流程化、自动化，打破国内外引晶依赖高素质引晶人员的局面；（2）采用晶体生长全自动闭环控制技术，实现智能化、自动化晶体生长，使设备与操作人员比例由 1:3 增加到 5:1；（3）采用大尺寸热场调控技术，实现 200 公斤及以上蓝宝石长晶，使晶体单位成本下降 40%以上，晶体位错密度小于 500/cm²；（4）建立宏观晶体缺陷-微观传热-热场工艺配置关联模型，实现晶体生长情况可控，提升晶体生长质量，晶体成品率达 90%以上；（5）首倡 IGBT 电源系统，保证炉内降幅控制在 0.5℃/h 以内，控制精度达万分之五，综合降能 12%以上。

② 授权知识产权情况：

本项目共申请知识产权 23 项，其中已授权发明专利 7 项，发表论文 2 篇，参与制定国标两项。

③ 技术指标：

投料量：≥200kg；

极限真空：<10e-3Pa；

晶升速度：0.10-120mm/min；

晶转速度：1-20r/min；

控制方式：功率控制+温度控制+称重控制；

电源精度：万分之五；

高温计连续测温时间：>100 小时。

晶体指标：FMHW 小于 15 弧秒，位错密度小于 500/cm²，成品率大于 90%，远高于市场平均成品率 80-85%。

④ 推广应用：

本项目的实施对提升我国半导体蓝宝石晶体生长、加工设备自主创新能力作出重要贡献。项目成功实现了长晶车间生产数字化、智能化、网络化，并进一步实现高端核心设备国产化。近三年公司实现科技成果转化 26 项，先后与苏州恒嘉、山东恒通、内蒙古恒嘉等签订设备销售合同，近三年合计销售相关设备 365 套，新增销售收入 4.4 亿元，新增利税 1.02 亿元，创汇 390 万美元。

四、第三方评价

一、国家电子信息产业项目（发改投资[2011]1387 号）

验收意见：该项目利用企业自主研发的大尺寸、大公斤级别晶体生长技术，成功开发了从设备、热场、晶体生长到晶体加工的产业化整体解决方案，据上海科学技术情报研究所查新（编号 20120261SH），产品综合性能指标达到国内同行业领先水平，完成了蓝宝石晶体生长关键设备与技术国产化任务，有力促进了蓝

宝石行业的发展。

二、浙江省重大科技专项（计划编号：2012C01004）

2015年5月13日，公司承担的省重大科技专项“大尺寸LED蓝宝石衬底材料生产设备研发及产业化”，通过了省科技厅验收专家的正式验收。

三、检测评价

本项目产品经浙江省机电产品质量检测所及中国科学院上海光学精密机械研究所强激光材料重点实验室权威检测各项技术性能指标均符合设计指标和企业标准要求。

泡生法蓝宝石生长炉装料量可达200kg，籽晶轴行程达365mm，籽晶提升速度 $0.06\sim 4200\text{mm/h}$ 可调，依据编号为：5R170294检测报告中检验所检项目检验依据要求；蓝宝石切片机最大线速度 $\geq 1200\text{m/min}$ ，可加工2寸、4寸、6寸晶棒，依据编号为：5R160126检测报告所检项目符合检验依据要求；

使用公司蓝宝石设备生产的蓝宝石晶片经中科院强激光材料重点实验室位错密度检测，检测结论为送样晶片位错密度较小，显微镜检测显示位错密度平均值为： $7.52\times 10^2/\text{cm}^2$ ；透过率检测结果为晶体的透过率超过80%；应力检测结果为晶体内部无明显应力和晶界；气泡、杂质检测结果表明晶体完整无裂，外形规整，晶体通体晶莹透亮，无蓝、红等杂色；晶体中基本不存在被气体充填的泡状空穴；晶体利用率超过85%。

四、查新结论

1、编号：201733B2109705《6英寸以上LED衬底用200kg蓝宝石泡生法晶体生长设备》经浙江省科技信息研究院查新，结论为：经比较分析，大尺寸蓝宝石的研制、籽晶防断裂及微压流动气氛晶体生长技术已有文献报道，使用泡生法引晶并在坩埚中心加入与坩埚盖相连接的特制模具。但委托项目通过泡生法工艺，不使用模具，采用M向籽晶来生长适用于制备6英寸衬底的大尺寸M向蓝宝石晶体。上述工艺特点，在所检国内相关文献中未见述及。

2、编号：201833B2111279《475型高温氧化锆砂节能热场晶体生长设备技术》经查新，结论为：委托项目采用氧化锆晶体砂热场生长技术，等径阶段的长晶速度 1.5kg/h ，热场使用寿命40炉次，上述特点除委托单位子公司申请的“一种复合式侧保温屏”发明专利（专利号：201810496028.7）有部分述及外，在所检其他相关文献中未见具体述及。

五、推广应用情况

近三年公司实现科技成果转化26项，先后与苏州恒嘉、山东恒通、内蒙古恒嘉等签订设备销售合同，近三年合计销售相关设备365套，新增销售收入4.4亿元，新增利税1.02亿元，创汇390万美元。

六、经济效益和社会效益

项目已形成 400 台套的产业化规模，增加相关长晶、晶体加工等行业就业机会 100 余个。项目近三年新增销售收入 44075.29 万元，新增税收 1929.51 万元，促进了浙江省金华地区高端制造装备业快速发展。项目研发生产的大公斤 LED 晶体全自动生长设备 ISH12010 于 2015 年获得浙江省首台（套）产品。项目研发生产的 200kg 蓝宝石泡生法晶体生长设备/ISS20010 获得 2018 年浙江省首台（套）产品，系列产品多次获得浙江省省级工业新产品，打破了俄罗斯、日本等国家对我国长晶设备的垄断，新产品自动化程度高，对国内半导体产业链升级起到很好的推进作用，也为企业进入资本市场奠定了坚实的基础。2018 年公司获得金华市十佳高成长标杆企业和税收超千万企业称号。

七、主要知识产权证明目录

知识产权类别	知识产权具体名称	授权号	权利人	发明人（培育人）
发明专利	高温高真空测温装置	ZL201110138593.4	浙江昀丰	徐永亮、吴智洪
发明专利	一种蓝宝石单晶的制备方法	ZL20110138400.5	浙江昀丰	徐永亮、吴智洪
发明专利	一种漂浮杂质提取装置	ZL201210046423.8	浙江昀丰	徐永亮、吴智洪、张红臣
发明专利	一种旋转提升装置	ZL201210134077.9	浙江昀丰	徐永亮、吴智洪、林森
发明专利	单面研磨抛光机用冷却装置	ZL201210133639.8	浙江昀丰	徐永亮、后建文
发明专利	多线切割机及多线切割机布线装置	ZL201210112033.6	浙江昀丰	徐永亮、吴智洪
发明专利	一种晶体加工用定向装置	ZL201210067157.7	浙江昀丰	徐永亮、姜树炎
软件著作权	ISH 蓝宝石单晶炉监控系统证书	2016SR113854	浙江昀丰	浙江昀丰新材料科技股份有限公司

八、代表性论文专著目录

作者	论文专著名称/刊物	年卷期 页码	发表时间 (年、月)	SCI 他 引次数	他引 总次数
于海群，徐永亮，施海斌，廖永建，陈建明	蓝宝石晶体生长过程中粘锅现象的实验研究	2012, 41 (6), 1675-1678	2013-03-08	0	6

于海群, 徐永亮, 施海斌, 廖永建, 陈建明	挥发物沉积对蓝宝石晶体生长影响的数值模拟及实验研究	2013, 13(7), 1923-1926	2013-05-13	0	2
-------------------------	---------------------------	------------------------	------------	---	---

九、主要完成人员情况

完成人	排名	技术职称	工作单位	对本项目技术创造性贡献	曾获科技奖励情况
徐永亮	1	高级工程师	浙江昀丰新材料科技股份有限公司	1、项目策划与提出, 项目技术总负责; 2、制定研制大纲, 提出研制思路;	上海市科技进步二等奖; 2018年浙江省首台套
吴智洪	2	高级工程师	浙江昀丰新材料科技股份有限公司	负责蓝宝石炉台机械部件的设计及测温装置的设计应用	2018年浙江省首台套
汪海波	3	高级工程师	浙江昀丰新材料科技股份有限公司	负责蓝宝石炉台电气配置和电源设计	2018年浙江省首台套
施海斌	4	总工程师	浙江昀丰新材料科技股份有限公司	负责蓝宝石炉台的热场调控技术	2015年浙江省首台套
于海群	5	工程师	浙江昀丰新材料科技股份有限公司	负责大尺寸晶体生长工艺的研发	2018年浙江省首台套
张国华	6	工程师	浙江昀丰新材料科技股份有限公司	负责热场部件的设计应用	-
张红臣	7	工程师	浙江昀丰新材料科技股份有限公司	负责蓝宝石炉台自动引晶装置的设计	2015年浙江省首台套
夏振洋	8	工程师	浙江昀丰新材料科技股份有限公司	负责蓝宝石晶体生长的模拟优化	-
陈虹	9	工程师	浙江昀丰新材料科技股份有限公司	负责蓝宝石生长工艺及退火工艺研发	-
薛磊	10	工程师	浙江昀丰新材料科技股份有限公司	负责蓝宝石生长工艺优化	-
廖永建	11	工程师	浙江昀丰新材料科技股份有限公司	负责蓝宝石长晶炉坩埚的设计	2015年浙江省首台套
廖德元	12	工程师	浙江昀丰新材料科技股份有限公司	负责晶体生长系统的研发	2018年浙江省首台套
周波	13	工程师	浙江昀丰新材料科技股份有限公司	负责蓝宝石炉台测温装置的设计研发	-

十、完成人合作关系说明

项目：“大尺寸 LED 蓝宝石衬底材料生产设备研发及产业化”第一完成人徐永亮与项目第二完成人吴智洪共同参与蓝宝石及其相关设备研发，并就蓝宝石生产设备共同立项，共有知识产权“高温高真空测温装置”等。

第一完成人徐永亮与第三完成人汪海波共同参与蓝宝石及其相关设备研发，

并就“大尺寸 LED 蓝宝石衬底材料生产设备研发及产业化”项目共同立项，有共同知识产权“一种热交换法蓝宝石生长炉系统及其电源控制系统”。

第一完成人徐永亮与第四完成人施海斌就“大尺寸 LED 蓝宝石衬底材料生产设备研发及产业化”项目共同立项，共有知识产权“一种应用于晶体生长炉的热屏装置”，合著论文《蓝宝石晶体生长过程中粘锅现象的试验研究》和《挥发物沉积对蓝宝石晶体生长影响的数值模拟及实验研究》。

第一完成人徐永亮与第五完成人于海群就“大尺寸 LED 蓝宝石衬底材料生产设备研发及产业化”项目共同立项，合著论文《蓝宝石晶体生长过程中粘锅现象的试验研究》和《挥发物沉积对蓝宝石晶体生长影响的数值模拟及实验研究》。

第一完成人徐永亮与第六完成人张国华共有知识产权“一种晶体生长自动检测装置”。

第一完成人徐永亮与第七完成人张红臣共有知识产权“一种漂浮杂质提取装置”。

第一完成人徐永亮与第八完成人夏振洋共同获奖“2018 年浙江省首台套”。

第一完成人徐永亮与第九完成人廖德元共同获奖“2015 年浙江省首台套”。

第一完成人徐永亮与第十完成人陈虹和第十一完成人薛磊就“大尺寸 LED 蓝宝石衬底材料生产设备研发及产业化”项目共同立项。

第一完成人徐永亮与第十二完成人廖永建就“大尺寸 LED 蓝宝石衬底材料生产设备研发及产业化”项目共同立项，共有知识产权“一种坩埚”，合著论文《蓝宝石晶体生长过程中粘锅现象的试验研究》和《挥发物沉积对蓝宝石晶体生长影响的数值模拟及实验研究》。

第一完成人徐永亮与第十三完成人周波共有知识产权“高温真空炉的测温装置”。

十一、主要完成单位情况

单位名称	浙江昀丰新材料科技股份有限公司				
排 名	1	法人代表	徐永亮	所在地	浙江金华
单位性质	股份有限公司		传 真	057982913025	
对本项目科技创新和推广应用支撑作用情况（限 300 字）					

本单位在项目研发期间投入研发经费 2218.10 万元，提供场地及大量研发人员等。通过项目的成功研发，近三年销售出蓝宝石生产设备 365 台，项目新增销售收入 4.4 亿元。公司对项目进行持续研发，于 2019 年初签订了 1.08 亿元设备销售合同，市场前景广阔。

近三年公司实现科技成果转化 26 项，申请知识产权 23 项，系列产品分别获得 2015 年和 2018 年浙江省首台（套）产品，参与国标《蓝宝石单晶衬底抛光片》、《蓝宝石衬底片厚度及厚度变化测试方法》的制订，备案《ISS 蓝宝石单晶炉》-Q/ZYF001-2017、《ISH 蓝宝石单晶炉》-Q/ZYF008-2014 两项产品标准，为企业奠定行业话语权打下基础。