

宽禁带 半导体产业化

朱纳新

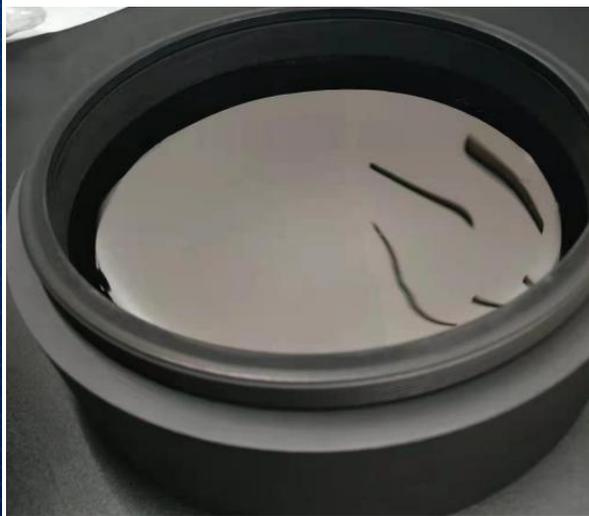
- 
- 1、项目摘要
 - 2、市场分析
 - 3、项目优势
 - 4、创业团队
 - 5、商业模式
 - 6、阶段成果
 - 7、财务分析
 - 8、融资计划

项目摘要

宽禁带半导体产业化（即第三代半导体产业化）

项目是由留德人员发起，联合欧盟第三代半导体实验室和西北工业大学、南京大学、东南大学、西安电子科技大学等国内外研究机构和知名专家，致力于研究第三代半导体材料SiC晶体生长、大规模制备及更新一代半导体材料Ga203, AlN技术等。

西安华合德新材料科技有限公司于2019年在陕西西咸新区泾河新城注册成立。公司定位于技术水平领先的宽禁带半导体（第三代半导体）衬底材料生产商，聚焦于SiC衬底的研发、生产和销售，处于产业的上游材料端。目前公司可以较高成功率稳定产出6英寸SiC单晶晶圆，未来该技术发展方向为大尺寸SiC单晶制备生产批量成熟技术和前沿半导体技术。



WORLDERTM
MATERIALS

Make A Better World!

2019年7月
于西安成立

2020年
自主设计设备安装
调试成功

2021年
研制出陕西省
第一块6寸导电型
碳化硅晶体

2021年
研发出Ga203薄膜

2022年
优化工艺
计划展开大规模市
场化应用

公司产品

公司主要产品为碳化硅晶片。碳化硅衬底是第三代半导体材料中氮化镓、碳化硅应用的基石。

产品类别	产品图示	下游产品及应用
碳化硅晶片 导电型 (主要产品)	 <p>6 寸碳化硅晶体 6 inch SiC Boule</p> <p>氧化镓薄膜 Ga₂O₃ Thin Film</p>	<p>作为衬底材料，经过外延生长、器件制造、封装测试，制成碳化硅功率器件，适用于高温、高压等工作环境，应用于新能源汽车、光伏发电、轨道交通、智能电网、航空航天等领域。</p>
莫桑石	副产品 (目前未生产)	 <p>莫桑石的外观与天然钻石极为相似，是物理特性最接近天然钻石的一种宝石。莫桑石就是通过切割制备的大块碳化硅单晶来获得的，已经成为一种流行的钻石替代品。</p>

半导体材料发展历程和特性

	第一代半导体材料	第二代半导体材料	第三代半导体
代表	硅 (Si)	砷化镓 (GaAs), 磷化镓 (GaP)	氮化镓 (GaN), 碳化硅 (SiC)
性能介绍	取代了笨重的电子管, 导致了集成电路的可能性, 奠定了微电子产业的基地	砷化镓的电子迁移率是硅的六倍, 直接带隙, 器件相对硅器件具有高频, 高速的性能, 非常适合作为通信半导体材料	带宽宽度达到2.0-6.0eV, 禁带宽度大, 击穿电场强度高, 饱和电子迁移率高, 热导率大, 介电常数小, 抗辐射能力强; 耐高压, 耐高温, 大功率, 抗辐射, 工作损耗低
应用	主要应用于集成电路的晶圆片和功率器件, 如电脑的CPU, GPU, 内存, 手机的SoC等器件	4G时代的大部分通信设备的材料, 如毫米波器件, 发光器件, 卫星通讯, 移动通讯, 光通讯, GPS导航等	5G时代的主要材料, 高温, 高频, 抗辐射, 大功率器件等
缺点	硅元素的特性决定了只能做低频低压低功率的中功率晶体管, 光电探测器	禁带宽度不够大, 击穿电场较低, 限制了其在高温高频和高功率器件领域的应用; 且砷有毒, 污染环境	

半导体材料的物性参数对比

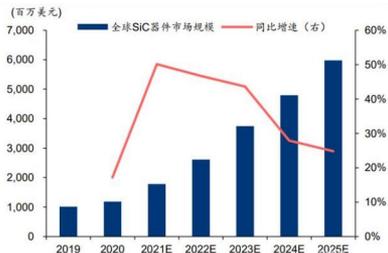
	材料种类	禁带宽度 / eV	电子迁移率 / (cm ² /Vs)	击穿场强 / (MV/cm)	饱和电子迁移率 / (10 ⁷ cm/s)	热导率 / (W/cmK)
第一代	Si	1.1	600 (MOS)	0.4	1.0	1.5
第二代	GaAs	1.4	6000	0.5	2.0	0.5
第三代	GaN	3.4	2000 (2DEG)	3.3	2.8	1.3
	4H-SiC	3.3	720	2.0	2.0	4.9
第四代	Ga2O3	4.2-4.9	300	8	-	0.25

市场分析

下游器件需求驱动

碳化硅功率器件具有高电压、大电流、高温、高频率、低损耗等独特优势。主要应用领域有新能源汽车/充电桩、光伏新能源、轨道交通、智能电网等。

氮化镓器件因其良好的导热性能、高频率、高功率等优势，是迄今为止最为理想的微波射频器件。



全球碳化硅器件市场规模预测



新能源产业利好

在智能电网、风力发电、工业电源等领域也已经实现成熟应用。

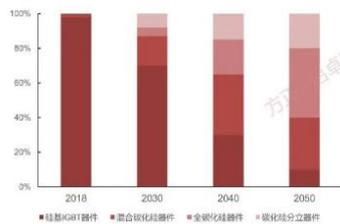
光伏和储能系统预计2025年将增长至3.14亿美元，占碳化硅市场比例达12.3%。预计2025年光伏逆变器中的碳化硅功率器件占比有望达到50%，维持稳健增长。



轨道交通大幅应用

轨道交通车辆中大量应用功率半导体器件。碳化硅功率模块应用，使得开关损耗降低55%、体积和重量减轻65%，电能损耗降低20%至36%。

轨道交通中碳化硅功率器件占比预测



汽车电动化

新能源汽车和充电桩设施：新能源汽车和充电桩设施是碳化硅功率器件的主要应用领域；用于汽车逆变器、车载充电系统（OBC）、电源转换系统（车载DC/DC）和非车载充电桩。能够显著降低电力电子系统的体积、重量和成本，提高功率密度。降低能耗20%。是SiC下游最大的应用，也是增长最快的应用。

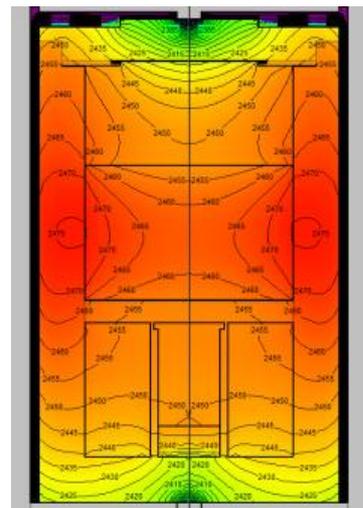
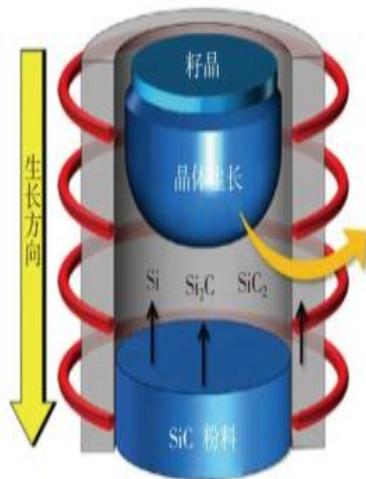


其他场景应用



项目优势

核心技术优势—SiC晶体生长 (PVT, Physical Vapor Transport) — (中频感应加热)



我们的核心技术优势是碳化硅晶体生长工艺，我们用仿真模拟来指导碳化硅晶体生长工艺的制备，这是第三代半导体的核心部分，也为第三代氮化镓和第四代半导体材料外延提供优质的衬底材料。

SiC晶体的价值到2025年将占据到整个产业链的50%左右！



研发优势

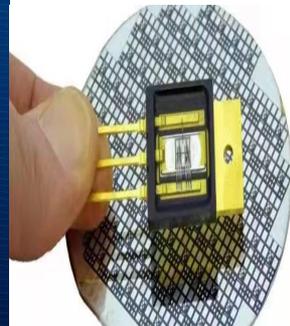
我司创新性地开展了“气相-固相”的长晶动力学和晶体缺陷生成的机理研究，这是第三代半导体研究的无人区。我们在基础理论研究领域进行深耕，去解决晶体生长时的位错、微管密度等缺陷问题。



产业链优势

我司具备全套的设备图纸，长晶工艺，成熟的SiC粉料制成工艺和整套的SiC晶圆的冷切割及抛磨技术。

我司以高品质的产品性能为优势，同时建立粉末加工、设备制造、石墨、切磨抛工艺等产业链相关子公司，推动产品成本持续优化，品质不断提升，从而完善从“设备研制—原料合成—晶体生长—晶体切割—晶片加工—清洗检测”的全流程关键技术和工艺，打通第三代半导体材料上游端的整个产业链。



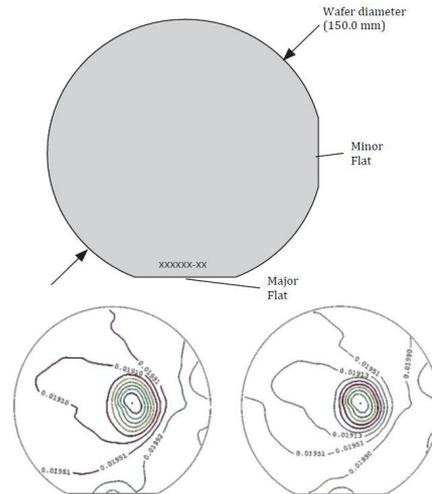
技术核心—SiC晶圆工程



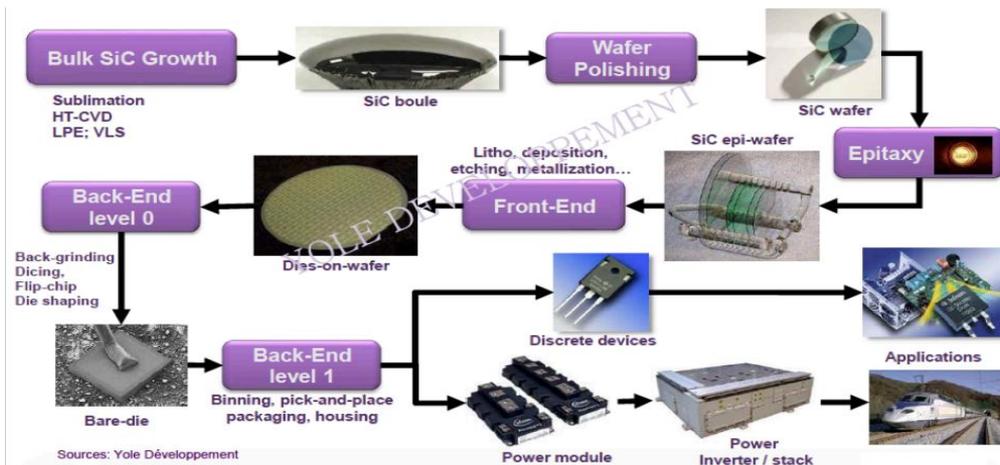
SiC晶体高纯料制备



SiC晶圆

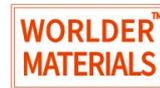


SiC晶圆加工
切、磨、抛、清洗、检验、包装



从SiC粉到器件的制程

产品优势



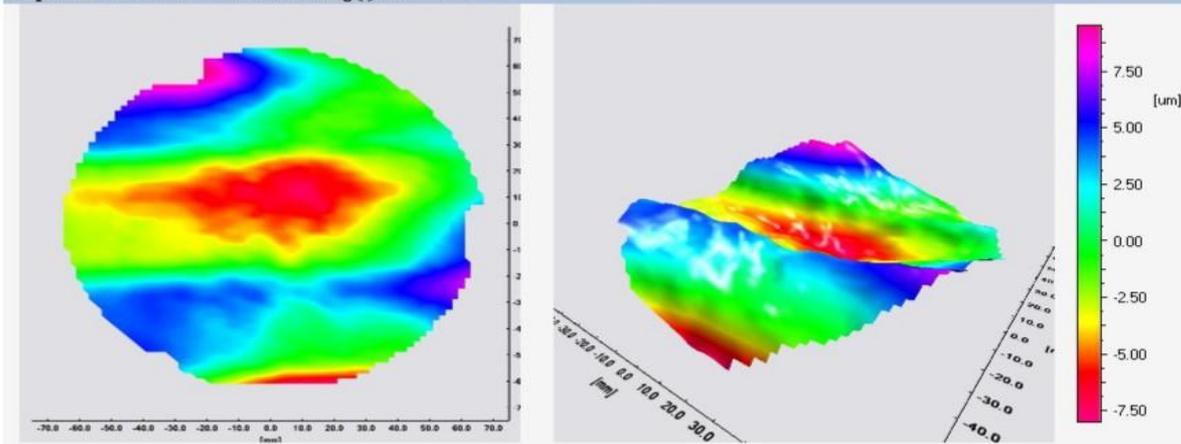
我司晶圆的品质较高，处于国内一流水平，例如，微管每平方厘米2个。

且将来通过国际合作，我们的品质可有大幅度提升，达到国际领先水平。

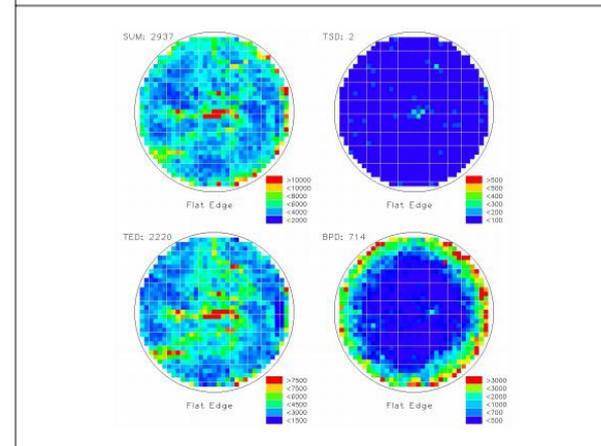
检测报告

Wafer ID	Wafer thickness	Center thickness	TTV	TIR	Wafer warp	Bow BF	LTIR
Slot1	349.720 um	349.015 um	2.260 um	1.390 um	17.566 um	-10.288 um	0.924 um
Task: Full sample inspection map (2/3)		Results					
Wafer ID	LTIR(avr)	LTIR(min)	LTV	LTV(avr)	LTV(min)	LFPD	LFPD(avr)
Slot1	0.301 um	0.078 um	1.034 um	0.321 um	0.043 um	0.178 um	-0.015 um

Warp: Points: 76x76 Size: 150.00x150.00mm² Range(z): 8.01um-9.55um



Manufacturer	Xi'an Worlder New Material	
Operator	1	
Wafer ID		
Inspection Time	20220330155336	
Wafer Size		6-inch
Edge Exclusion		3.0mm
Total Defects Density (per cm2)		2937
TSD Density (per cm2)		2
TED Density (per cm2)		2220
BPD Density (per cm2)		714
Result		



团队优势

是由国内晶体材料领域一流的专家学者组建而成的专业化、国际化的技术、营销和投融资的核心团队。

以10多位从欧美学成归国的博士团队为核心，包括：晶体生长、半导体材料、微电子学、计算机仿真、机械、自动控制、MBA管理等专业。

此外，公司还聘请德国和美国长期从事SiC材料和有关设备的专家做技术顾问。

朱纳新

创始人 董事长兼CEO

西北工业大学材料科学与工程 博士

上海交大MBA和英国注册CFO证书

德国慕尼黑大学 学习

曾任职航天科技集团上海航天局、上海优利卡、天威太阳能薄膜、南玻集团光伏，深圳锐矩等，专注于半导体元器件、太阳能电池组件和逆变器等，并在德国慕尼黑大学学习并工作，熟悉并深刻了解三代半导体SiC, GaN, ALN的技术和市场。

邢博士

担任公司董事

首席科学家（晶体生长、热场分析）

美国爱荷华大学材料学 博士

西北工业大学理学院 副教授

负责晶体生长动力学及热场分析和模拟

王博士

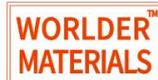
担任公司董事

中国科学院 博士

丹麦技术大学 访问学者

现任西北工业大学理学院 教授

自工作以来在Physical Review Materials等期刊发表论文多篇，主持国家级和省部级项目3项。



团队优势

孙博士

担任首席科学家（仿真模拟）

担任联合实验室轮值主任

东南大学材料系 博士
美国普度大学 访问学者
东南大学机械系 主任
长期从事晶体生长研究

陈博士

担任首席科学家（材料）

担任联合实验室轮值主任

南京大学微电子学院 博士
西北工业大学材料系
美国哈佛大学 访问学者
南京大学微电子学院 常务副院长
资深SiC/GaN学者

高博士

担任联合实验室轮值主任

四川大学物理系 博士
西北工业大学 材料系
美国加州洛杉矶分校 访问学者
四川大学物理所 教授 博导
从事SiC晶体生长工艺的优化研究，负责SiC粉料合成技术。

苏博士

西安电子科技大学 博士 副教授

负责科技研发和国外技术合作，
负责SiC晶圆制备工艺控制方案的优化和SiC粉料合成技术。

李总

担任公司监事

副总经理（设备、自控）

上海交大MBA，本科自动控制，自控设备专家。
曾任西北有色金属研究院开发处处长等职务；德国蒂森克虏伯VDM公司中国代表处工业技术经理，负责工厂设备技术管理，质量管理体系，设备优化。

吴总 股东

复旦大学微电子 硕士
中芯国际 原质量部经理

施总 资深顾问

中芯国际 原北京分公司总经理
上海某半导体大基金 合伙人

傅恒志 荣誉顾问

中国工程院 院士

国内著名材料专家，俄罗斯宇航科学院外籍院士。
西北工业大学及哈尔滨工业大学教授，曾担任西北工业大学校长。

郝跃 荣誉顾问

中国科学院 院士
微电子学 专家

曾任西安电子科技大学副校长、教授、博士生导师，著名SiC, GaN 材料和器件专家。长期从事宽禁带半导体高功率微波电子学领域的研究和人才培养。

经营模式

盈利模式	公司专注于第三代半导体领域，并将主要产品（导电型碳化硅衬底）销售至下游外延厂商、器件厂商、应用厂商、科研院所及其他客户，使得碳化硅材料在下游领域更好的迭代应用，从而实现收入和利润。
研发模式	公司一方面通过自主研发持续提升公司技术实力，不断突破碳化硅晶片技术瓶颈，提升碳化硅半导体材料国产化率；另一方面开展和德国，俄罗斯等欧美国家的技术合作，走国际化，专业化的道路。
采购模式	公司生产碳化硅晶体和晶片产品所采购的原材料主要包括高纯碳粉、高纯硅粉等主材，以及石墨坩埚等石墨件、石墨毡、研磨液、抛光液等耗材；公司有稳定的供应商，保证原材料供应的稳定。
生产模式	<p>公司自主设计单晶生产炉总体方案，目前由供应商按照设计方案加工制造，之后自行组装调试、优化设备运行参数，将来会逐步由代工转向自己制造生产，一方面满足扩大自身产能的需求；另一方面也可对外销售，增加收入。</p> <p>近年来由于碳化硅下游产业发展迅速、产品应用领域不断扩大，公司碳化硅晶片和其他碳化硅产品需求旺盛。目前处于供不应求的状态。</p>
销售模式	公司聚焦于产品高品质，主要采用直接销售模式，下游主要包括各类器件厂商以及科研院所。

公司自主掌握晶体生长、加工相关的核心技术，能够拥有较大的自主权和议价能力。

同行业可比公司情况

与公司主营业务相近的企业有美国CREE公司、美国II-VI公司和德国SiCrystal公司、国内有山东天岳、天科合达等。

美国CREE	CREE 公司成立于 1987 年，是集化合物半导体材料、功率器件、微波射器件、LED 照明解决方案于一体的著名制造商，其子公司 Wolfspeed 专业从事碳化硅等第三代半导体衬底与器件的技术研究与生产制造。CREE 公司能够批量供应 4 英寸至 6 英寸导电型和半绝缘型碳化硅晶片，且已成功研发并投建 8 英寸产品生产线，目前 CREE 公司的碳化硅晶片供应量位居世界第一。
美国 II-VI	II-VI 公司成立于 1971 年，是工程材料和光电元件的全球供应商，是世界领先的碳化硅衬底供应商，能够提供 4 至 6 英寸导电型和半绝缘型晶片，并已成功研制 8 英寸导电型碳化硅晶片。目前 II-VI 公司的碳化硅晶片供应量位居世界第二。
德国SiCrystal	德国 SiCrystal 公司是世界领先的碳化硅衬底生产商，于 2009 年被日本罗姆公司收购，其生产的碳化硅衬底主要用于罗姆公司生产各种碳化硅器件。
山东天岳	成立于 2010 年 11 月，是以生产碳化硅衬底为主要业务的高新技术企业，能够供应导电型和半绝缘型晶体和晶片，是国内碳化硅晶片主要供应商之一，目前已上市。
天科合达	成立于2006年9月，是国内领先的碳化硅生产商，能批量供应 2-6 英寸各种类型的碳化硅衬底。

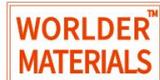
阶段成果



产品技术：
目前可以稳定工艺较高良率生产6寸sic晶体；7天大约100小时长晶20mm。



知识产权：
软件著作权专利12项；
实用新型专利2项；
发明专利 3项（正在申请中）。



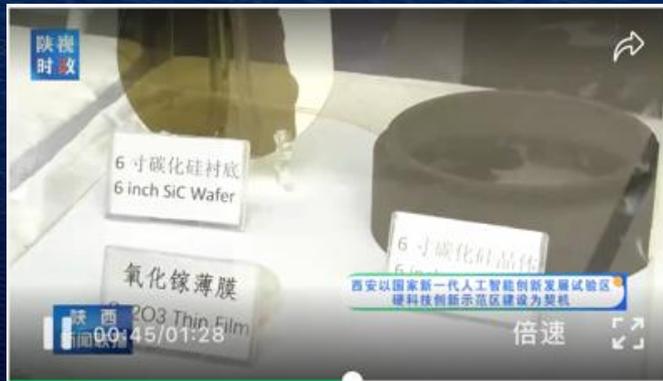
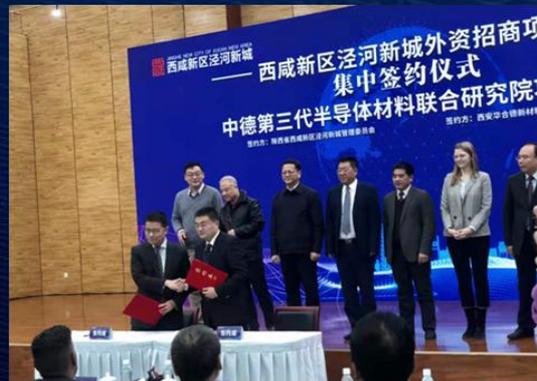
阶段成果

公司目前已通过陕西省高新技术产业认证，且有望成为陕西省第三代半导体SiC产业化的标杆！

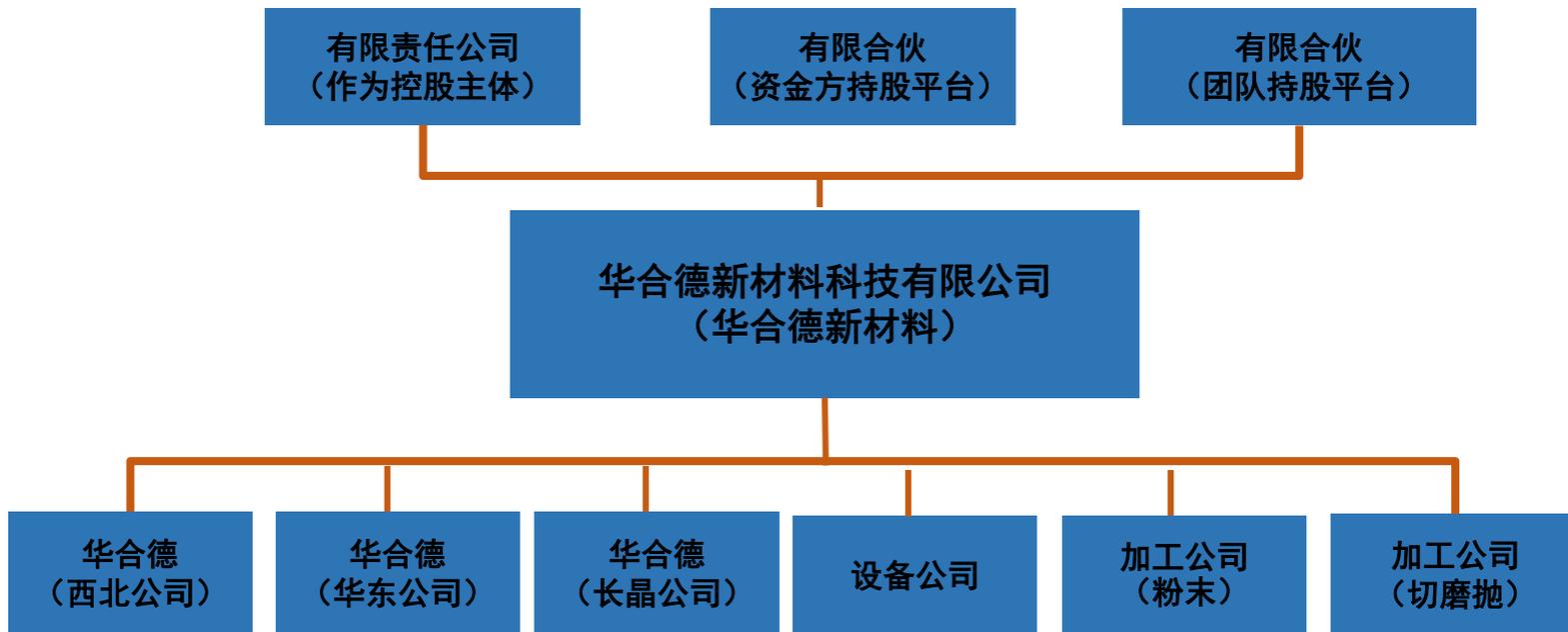


2021年 西安国际创业大赛
初创组二等奖（总成绩第五名）
新材料一等奖

西安国际创业大赛由国家科技部、
陕西省科学技术厅指导，西安市人民政府主办
在500多个国内外优秀项目中
过关斩将 荣获殊荣



股权架构（拟设）



西北、华东、长晶公司：投资或控股，作为主要规模化生产基地。西北作为主要研发基地，华东为市场做准备。
设备、加工公司：投资、控股、参股等方式，打通产业链。

财务预测

财务测算表					
	数量 (台)	30	50	100	300
费用					
一、收入合计					
产能 (片)		12960	21600	43200	129600
市场价格 (万元/片)		0.75	0.75	0.75	0.75
营业收入 (万元)		9720	16200	32400	97200
二、费用合计					
人员数量 (人)		25	35	50	80
人员工资 (万元)		500	700	1000	1600
原材料 (万元)		972	1620	3240	9720
主要设备 (万元)		3000	5000	10000	30000
辅助设备 (万元)		450	750	1500	4500
技术专利 (万元)		65	65	100	100
工艺费用 (万元)		115	115	200	200
厂房办公 (万元)		120	200	400	800
电力 (万元)		360	600	1200	3600
其他费用 (万元)		972	1620	3240	9720
费用合计		6579	10705	20930	60320
三、毛营业利润		3141.00	5495.00	11470.00	36880.00
补充说明	一台炉子7天长晶2厘米左右，经过切磨抛后，大约能切出25-38片0.35mm的6寸碳化硅衬底片。以目前30%的合格率测算，大约一台炉子7天的产能为9片，年产能大约为432片。				

融资需求与资金用途

PreA轮融资规模：5000万元

长晶公司：4000万元元（购置长晶炉设备+小规模生产）

母公司：1000万元
（流动资金+日常经营管理、团队建设、技术研发等）

A轮融资规模：5亿元

长晶公司：1.5亿元（按100台规模）

设备公司：1亿元（自主研发+批量生产制造）

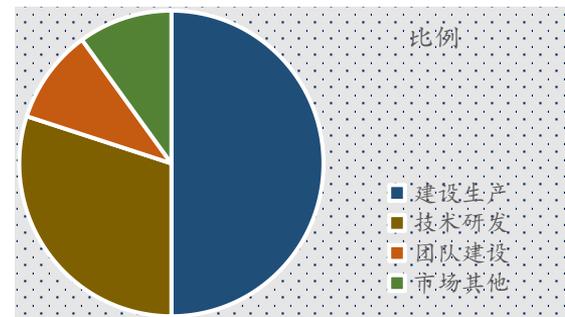
SiC下游切磨抛公司：1亿元（设备+生产）

粉体公司：0.5亿元（研发+销售）

母公司：1亿元（技术研发、管理、战略发展、国际合作等）

资金用途：

- 1、购置设备、原材料，建设生产厂房，加快产业化基地建设；
- 2、加快研发设备、工艺和配套技术；
- 3、加快研发队伍，产品工程化队伍以及管理；
- 4、市场营销网络建设。





发展战略 产业化之路

以晶体生长工艺为核心，打造上游产业链。

SiC 长晶公司：2022年布局50-100台SiC晶圆生产线；

SiC 粉料合成：为长晶公司提供原材料，并可对外销售；

SiC 晶体生长炉设备：控制成本，并可对外销售；

SiC 晶体的切磨抛。

技术研发：同时开始更新一代第四代宽禁带 Ga_2O_3 ，AlN的研发；

产业发展：2年内实现晶圆和相关上下游销售额达到3亿以上；

3年内开展更大尺寸碳化硅晶圆的研发。

IPO上市计划：3-5年筹备启动。

Make A Better World!

**WORLDER™
MATERIALS**

半导体 · 新材料 · 新能源 · 生命科学 · 科技金融

谢谢各位!

朱纳新

13772521863

alexznx@163.com

