公司代码:688234　　公司简称:天岳先进

山东天岳先进科技股份有限公司

[2021] 年度报告摘要

第一节 重要提示

1本年度报告摘要来自年度报告全文,为全面了解本公司的经营成果、财务状况及未来发展规划,投资者应当到www.sse.com.cn网站仔细阅读年度报告全文。

2重大风险提示

公司已在本报告中详细阐述在经营过程中可能面临的各种风险及应对措施,敬请查阅本报告第三节“管理层讨论与分析”之四“风险因素”。

3本公司董事会、监事会及董事、监事、高级管理人员保证年度报告内容的真实性、准确性、完整性,不存在虚假记载、误导性陈述或重大遗漏,并承担个别和连带的法律责任。

4公司全体董事出席董事会会议。

5立信会计师事务所(特殊普通合伙)为本公司出具了标准无保留意见的审计报告。

6公司上市时未盈利且尚未实现盈利

7董事会决议通过的本报告期利润分配预案或公积金转增股本预案

充分考虑到公司目前处于高速发展期,研发项目及经营规模不断扩大,资金需求较大,为更好的维护全部股东的长远利益,保障公司的可持续发展和资金需求,公司2021年利润分配方案为:不派发现金红利,不送红股,不以资本公积转增股本。以上利润分配方案已经公司第一届董事会第十二次会议和第一届监事会第十次会议审议通过,尚需公司2021年年度股东大会审议通过。

8是否存在公司治理特殊安排等重要事项

第二节 公司基本情况

1公司简介

公司股票简况

公司股票简况				
股票种类	股票上市交易所及板块	股票简称	股票代码	变更前股票简称
人民币普通股(A股)	上海证券交易所科创板	天岳先进	688234	不适用

公司存托凭证简况

联系人和联系方式

联系人和联系方式	董事会秘书(信息披露境内代表)	证券事务代表
姓名	袁怀东	马晓伟
办公地址	山东省济南市槐荫区天岳南路99号	山东省济南市槐荫区天岳南路99号
电话	0531-69900616	0531-69900616
电子信箱	dmo@sicc.cc	dmo@sicc.cc

2报告期公司主要业务简介

(一)主要业务、主要产品或服务情况

1、主要业务

公司是一家国内领先的宽禁带半导体(第三代半导体)衬底材料生产商,主要从事碳化硅衬底的研发、生产和销售,产品可广泛应用于微波电子、电力电子等领域。宽禁带半导体衬底材料在5G通信、电动汽车、新能源、国防等领域具有明确且可观的市场前景,是半导体产业重要的发展方向。

目前,公司主要产品包括半绝缘型和导电型碳化硅衬底。在国外部分发达国家对我国实行技术封锁和产品禁运的背景下,公司自主研发出半绝缘型碳化硅衬底产品,实现我国核心战略材料的自主可控,有力保障国内产品的供应,确保我国宽禁带半导体产业链的平稳发展。公司产品已批量供应至国内碳化硅半导体行业的下游核心客户,同时已被国外知名的半导体公司使用。在导电型碳化硅衬底领域,公司6英寸产品已送样至多家国内外知名客户,并于2019年中标国家电网的采购计划。

公司设有碳化硅半导体材料研发技术国家地方联合工程研究中心、国家级博士后科研工作站、山东省碳化硅材料重点实验室等国家和省级研发平台,拥有一批高素质的研发人员,承担了国家核高基重大专项(01专项)项目、国家新一代宽带无线移动通信网重大专项(03专项)项目、国家新材料专项、国家高技术研究发展计划(863计划)项目、国家重大科技成果转化专项等多项国家和省部级项目。截至2021年12月末,公司及下属子公司拥有专利授权415项,其中境内发明专利98项,境外发明专利授权5项,是国家知识产权优势企业;自设立以来,公司获得了国家制造业单项冠军示范企业等多项国家级和省级荣誉,于2019年获得了国家科学技术进步一等奖。

2021年公司销售对底约57,000片。近年来为满足日益增长的市场需求,抢占产业高地,公司积极优化产能布局。公司已在山东济南、济宁建立碳化硅衬底生产基地,主要生产半绝缘型衬底;上海临港项目定位为6英寸导电型碳化硅衬底生产基地。随着临港项目的建设,预期公司产能将得到持续提升。同时公司在日本设立研发及销售中心,积极开拓海外市场。

未来,公司将始终以客户为中心,不断加大研发投入、强化自主创新、加快产品迭代、提升产品质量、增加产能、扩大市场份额,致力于成为国际宽禁带半导体行业的领军企业。

2、主要产品及服务情况

公司生产的碳化硅衬底是一种由碳和硅两种元素组成的化合物半导体单晶材料,具备禁带宽度大、热导率高、临界击穿场强高、电子饱和漂移速率高等特点,可有效突破传统硅基半导体器件及其材料的物理极限,开发出更适应高压、高温、高功率、高频等条件的新一代半导体器件,具备广泛应用于5G基站建设、特高压、城际高速铁路和城市轨道交通、新能源汽车及充电桩、大数据中心等“新基建”领域的潜力。

公司的碳化硅衬底可分为半绝缘型衬底和导电型衬底,具体情况如下:

产品种类	图示	产品用途
半绝缘型		通过在碳化硅衬底上外延生长氮化镓外延层,制成氮化镓射频器件,广泛应用于5G通信、国防军工等领域
导电型		通过在碳化硅衬底上外延生长碳化硅外延层,制成电力电子器件,广泛应用于新能源汽车、光伏发电、轨道交通、智能电网等领域

此外,公司还销售生产过程中无法达到半导体级要求的晶棒、不合格衬底等其他业务产品。非半导体级的半绝缘型碳化硅晶棒可作为宝石晶棒用于加工制成莫桑钻等珠宝首饰进入消费品市场,或用于设备研发与测试等领域。不合格衬底可用于设备研发测试或科研等用途。

(二)主要经营模式

1、盈利模式

公司专注于碳化硅衬底材料的研发、生产及销售,主要通过向碳化硅半导体行业的下游企业、科研院所等客户销售碳化硅衬底产品实现收入和利润。此外,公司还销售生产过程中无法达到半导体级要求的晶棒、不合格衬底等其他业务产品,为公司带来部分收入和利润。

2、研发模式

公司研发工作由研发中心主导,实行层级管理的项目制运作,具体流程如下:

(1)需求提交与论证

公司结合日常工作、外部合同、政府项目、市场调研及调研结果分析或者收集的客户需求,并进行清晰准确的描述后提交需求申请。

(2)项目立项

研发中心选定项目负责人及项目组成员。项目负责人编写《项目立项报告》,内容包括项目名称、项目启动背景、可行性分析、项目目标、项目财务预算等。

(3)项目执行

项目组根据项目需求编写研发设计方案,细化实验方案和实验计划等,并根据设计方案完成实验验证。项目组根据实验结果编写各类研发文件,由专人保管,并安排专人进行项目全过程管理,及时跟进检查各进度节点的完成情况,确保项目按照计划顺利开展。

(4)项目验收

项目负责人结合项目计划与交付完成情况,判断所有项目目标完成,发起项目验收申请,编制《项目验收报告》并交至研发中心审核。项目验收后,研发中心评估研发成果,采取多种手段保护知识产权。

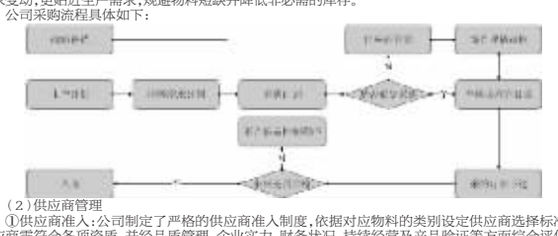
3、采购模式

公司采购以“安全、品质”为导向建立了采购相关制度、管理流程及业务规范,在保证产品品质的前提下,有效保证了供应链的稳定及持续供应。总体上,公司采取“以产定购、战略备货”相结合的采购模式,采购种类包括长晶所需物料、加工所需耗材、生产及检测设备、备品备件等。

(1)采购流程

公司主要根据生产计划、物料清单,初步计算出各物料所对应的投产时间及数量,得到物料需求计划;再进一步结合物料交付周期、库存数量及安全库存量、待交付数量,计算得出采购计划;最终经公司生产复核后依据采购计划实施采购。此外,公司对关键紧缺物料亦采取战略备货的采购方式。公司采购采取年度订单与临时订单相结合的模式,可灵活调节采购数量,以更好地匹配因生产变动而产生的物料需求变动,更贴近生产需求,规避物料短缺并降低非必需的库存。

公司采购流程具体如下:



(2)供应商管理

①供应商准入:公司制定了严格的供应商准入制度,依据对应物料的类别设定供应商选择标准,新供应商需符合各项资质,并经品质管理、企业实力、财务状况、持续经营及产品验证等方面综合评估,最终由研发、生产、质量、财务、采购组成的评审小组评估审核通过后,方可进入“合格供应商目录”。生产物料的供应商均需来自“合格供应商目录”,以保障物料供应的质量合格、数量充足、交期及时、价格合理等。

②供应商考核:针对供应商的供货一次性验收合格率、供货及时性、商务条件、响应时间、配合度等进行评估,将评估结果反馈供应商限期整改,并根据整改情况确定份额是否变动,或降级成为不合格供应商,从“合格供应商管理目录”中删除。

③供应商管理文件:通过与合格供应商签订保密协议、商务合同以规范双方的业务执行。同时,供应商如发生重大原材料或工艺变更,需按照PCN变更控制协议(ProductChangeNotification)等文件的规定通知公司,以更好地进行业务配合。

(3)供应风险管理

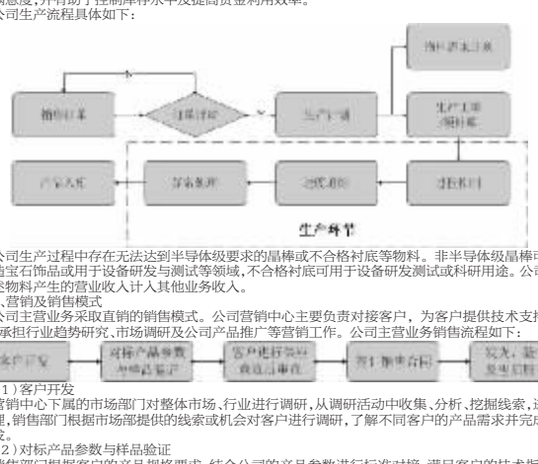
公司针对部分关键物料实行A+B+C模式管理,A类为该物料第一供应商,为在国际上领先的品牌;B为第二供应商,为国际或国内领先品牌;C为备选供应商,为国内新开发供应商。公司通过上述方式形成国内外供应商的全面布局,以减少来自供应商端及贸易政策变动等情况的影响。

为保障关键紧缺物料的供应,公司通过选择战略供应商并签订长期战略合作框架协议的方式实施战略备货。公司与上述战略供应商在框架协议的基础上按需下达月度采购订单。

4、生产模式

公司实行以订单生产(MakeToOrder)为主的生产模式。在生产环节,公司采用信息化系统,制定了完善的生产过程控制程序,建立了一套快速有效处理客户订单的流程,销售部门依据客户订单生成ERP系统内部销售订单,订单经销售、技术、质量、生产计划部门评审后,下达生产工单给生产部门,生产部门依据生产工单领料并进行生产。质量部进行全过程品质控制,达到“不接收、不制造、不流出”不良品的目的。公司生产模式有利于满足不同客户的需求,有利于提升订单按时交付率、产品品质一致性和客户满意度,并有助于控制库存水平及提高资金利用效率。

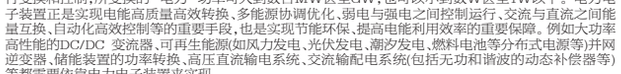
公司生产流程具体如下:



公司生产过程中存在无法达到半导体级要求的晶棒或不合格衬底等物料。非半导体级晶棒可加工成人造宝石饰品或用于设备研发与测试等领域,不合格衬底可用于设备研发测试或科研用途。公司将出售上述物料产生的营业收入计入其他业务收入。

5、营销及销售模式

公司主营业务采取直销的销售模式。公司营销中心主要负责对接客户,为客户提供技术支持和服务,并承担行业趋势研究、市场调研及公司产品推广等营销工作。公司主营业务销售流程如下:



(1)客户开发

营销中心下属的市场部门对整体市场、行业进行调研,从调研活动中收集、分析、挖掘线索,进行线索管理,销售部门根据市场部提供的线索或机会对客户进行调研,了解不同客户的产品需求并完成客户的开发。

(2)对标产品参数与样品验证

销售部门根据客户的产品规格要求,结合公司的产品参数进行标准对接,满足客户的技术指标后,进入样品验证环节,提供样品供客户进行评估和验证。

(3)客户进行供应商资质审查

产品验证完成后,以客户的实际要求为依据提供公司相关的资质材料,完成客户对供应商的资质审查,将公司纳入客户的合格供应商名单。

(4)销售合同的签订

销售部门负责与客户洽谈销售合同的相关条款,并按照双方确认的规格参数签订合同。

(5)发货、验收及售后服务

合同签订后,销售部门下达生产通知给生产部门,生产部门负责生产工作,销售部门在产品生产完成后完成发货;产品运达客户指定地点后,销售部门负责与客户完成验收工作,客户服务部负责客户的售后服务工作。

(三)所处行业情况

1.行业的发展阶段、基本特点、主要技术门槛

(1)所处行业

公司核心产品和主要收入来源为碳化硅衬底。根据中国证监会发布的《上市公司行业分类指引(2012年修订)》,公司所处行业为“计算机、通信和其他电子设备制造业(分类代码:C39)”。根据国家统计局《国民经济行业分类》(GB/T4754-2017),公司所处行业为第39大类“计算机、通信和其他电子设备制造业”之第398中类“电子元件及电子专用材料制造”。根据国家统计局发布的《战略性新兴产业分类(2018)》分类,公司的产品属于“1.2.3高储能和关键电子材料制造”和“3.4.3.1半导体晶体制造”,是国家重点鼓励、扶持的战略性新兴产业。

(2)行业发展阶段及基本特点

半导体是指在常温下导电性能介于绝缘体与导体之间的材料。常见的半导体包括硅、锗等元素半导体及砷化镓、碳化硅、氮化镓等化合物半导体。半导体可以分为四类产品,分别是集成电路、光电子器件、分立器件和传感器。半导体是电子产品的核心,是信息产业的基石,亦被称为现代工业的“粮食”。半导体产品广泛应用于移动通信、计算机、电力电子、医疗电子、工业电子、军工航天等行业。

半导体行业是现代经济社会发展的战略性、基础性和先导性产业,具有技术难度高、投资规模大、产业链环节长、产品种类多、更新迭代快、下游应用广泛的特点。半导体制造产业链包含设计、制造和封装测试环节,半导体材料和设备属于芯片制造、封测的支撑性行业。

宽禁带半导体材料是指以碳化硅、氮化镓为代表的新一代半导体材料,俗称第三代半导体材料,与硅、砷化镓等前两代半导体材料相比,第三代半导体材料禁带宽度大,具有击穿电场高、热导率高、电子饱和速率高、抗辐射能力强等优势,因此采用第三代半导体材料制备的半导体器件不仅能在更高的温度下稳定运行,适用于高电压、高频率场景,此外,还能以较少的电能消耗,获得更高的运行能力。

根据《中国战略性新兴产业:新材料(第三代半导体材料)》,与硅相比,碳化硅拥有更为优越的电气特性:耐高压、耐高温、实现高频的性能。基于这些优良的特性,公司的主要产品碳化硅衬底的使用极限性能优于硅衬底,可以满足高温、高压、高频、大功率等条件下的应用需求,已应用于射频器件及功率器件。

射频器件在无线通讯中扮演信号转换的角色,是无线通信设备的基础性零部件,主要包括功率放大器、滤波器、开关、低噪声放大器、双工器等。半绝缘型碳化硅衬底制备的氮化镓射频器件主要为面向通信基站以及雷达应用的功率放大器。碳化硅基氮化镓射频器件已成功应用于众多领域,以无线通信基础设施和国防应用为主。无线通信基础设施方面,5G具有大容量、低时延、低功耗、高可靠性等特点,要求射频器件拥有更高的线性和更高的效率。相比砷化镓和硅基LDMOS射频器件,以碳化硅为衬底的氮化镓射频器件同时具有碳化硅良好的导热性能和氮化镓在高频段下大功率射频输出的优势,能够提供下一代高频电信网络所需要的功率和效能,成为5G基站功率放大器的主流选择。在国防军工领域,碳化硅基氮化镓射频器件已经代替了大部分砷化镓和部分硅基LDMOS器件,占据了大部分市场。对于需要高频高输出的卫星通信应用,氮化镓器件也有望逐步取代砷化镓的解决方案。

功率器件又被称为电力电子器件,是构成电力电子变换装置的核心器件。电力电子器件是对电能进行变换和控制,所变换的“电力”功率可大到数百MW甚至GW,也可以小到数W甚至1W以下。电力电子装置正是实现电能高质量高效转换、多能源协调优化、弱电与强电之间控制运行、交流与直流之间能量互换、自动化高效控制等的重要手段,也是实现节能环保、提高电能利用效率的重要保障。例如大功率高性能的DC/DC变流器、可再生能源(如风力发电、光伏发电、潮汐发电、燃料电池等分布式电源等)并网逆变器、储能装置的功率转换、高压直流输电系统、交流输配电系统(包括无功和谐波的动态补偿器等)等都需要依靠电力电子装置来实现。

由于材料方面的限制,硅基功率器件的电学性能已逐步接近由材料特性决定的理论极限(如电压电流隔离能力、导通损耗、功率器件开关速度等)。因此,为了提高电力半导体器件的性能,采用新的器件结构和采用宽禁带半导体材料的电力电子器件是目前的发展趋势。

SiC新一代电力电子器件正处于快速发展期,它们将有望在现代电力系统中发挥更大的作用,并对现代电力系统的变革产生深远的影响。碳化硅电力电子器件在下游主要应用领域发展情况如下:

A、电动汽车/充电桩

电动汽车行业是未来市场空间巨大的新兴市场,全球范围内新能源车的普及趋势明朗。随着电动汽车的发展,对功率半导体器件需求量日益增加,成为功率半导体器件新的经济增长点。

“三电”(即电池、电驱、电控)是电动汽车的主要组成部分,从电池的充放电再到电力驱动汽车行走,整个系统中对于电力控制以及电力转换有着很高的需求,同时随着电动汽车的发展对电力电子功率驱动系统提出了更轻、更紧凑、更高效、更可靠的要求。

而SiC优良的物理性能可以使芯片尺寸更小、效率更高,更加耐高温,可以应用在电动汽车的功率控制单元(PCU)、逆变器、车载充电器中。特斯拉、比亚迪等新能源汽车制造企业,电控部分已经推出SiC功率器件,并进行持续迭代和渗透。据国际能源署(IEA)预测,到2030年,全球销售的纯电动汽车数量将是2017年的15倍,达到2150万辆,SiC功率器件在新能源汽车领域具备广阔的市场空间。

以SiC基MOSFET器件在逆变器中的应用为例,通常电池输出的是直流电,需要通过逆变器将其转换成交流电后驱动感应电机,进而带动车轮转动,这一过程中交流电的频率、转换效率、等都会直接影响到电动汽车的续航里程,和传统方案相比,SiC在缩减体积的基础上,提升了电能的转换效率,提升电动汽车的续航里程。随着电动汽车的发展,将带来巨大的市场需求。

B、光伏新能源

光伏逆变器曾普遍采用硅器件,经过40多年的发展,转换效率和功率密度等已接近理论极限。碳化硅器件具有低损耗、高开关频率、高适用性、降低系统散热要求等优点。使用碳化硅功率器件的光伏逆变器在系统转换效率方面能够很好的保持在96%以上,甚至可以达到99%,在能量损耗以及设备使用寿命方面也得到了不同程度的优化。

例如,在住宅和商业设施光伏系统中的组串逆变器里,碳化硅器件在系统级层面带来成本和效能的好处。阳光电源等光伏逆变器龙头企业已将碳化硅器件应用至其组串式逆变器中。根据CASA预测,到2048年在光伏逆变器中,高效、低损耗的碳化硅功率器件占比有望达到85%以上。

C、轨道交通

碳化硅功率器件在轨道交通行业得到重要应用。未来轨道交通对电力电子装置,比如牵引变流器、电力电子电压器等提出了更高的要求。采用碳化硅功率器件可以大幅度提高这些装置的功率密度和工作效率,将有助于明显减轻轨道交通的载重系统。目前,受限于碳化硅功率器件的电流容量,碳化硅混合模块将首先开始替代部分硅IGBT模块。

2021年,中车株洲所与深圳地铁集团联合自主研发的国内首台地铁列车全碳化硅牵引逆变器。同年,中车集团研制的全碳化硅永磁直驱列车正式交付。未来随着碳化硅器件容量的提升,全碳化硅模块将在轨道交通领域发挥更大的作用。

D、智能电网

目前碳化硅器件已经在中低压配电网开始了应用。随着更大容量、更高功率密度的新型SiC宽禁带半导体器件研发成功,有望进一步提高柔性直流输电的电压等级和容量,且为大容量柔性直流输电技术提供全新的技术手段。

未来更高电压、更大容量、更低损耗的柔性输变电将对万伏级以上的碳化硅功率器件具有重大需求。碳化硅功率器件在智能电网的主要应用包括高压直流输电换流阀、柔性直流输电换流阀、灵活交流输电装置、高压直流断路器、电力电子变压器等装置中。

碳化硅器件在电力电子领域具有广阔的应用前景,截至目前,相对硅片全球市场规模已达上百亿美元,碳化硅衬底的全球市场销售额仍较小,主要系碳化硅行业供给侧成本仍较高,制约了目前的市场购买力和需求的释放。未来,随着碳化硅衬底和器件制造行业的持续发展,制造成本有望持续下降,碳化硅器件和系统有望显示出竞争力并在下游行业得到广泛应用并快速发展,从而带动整体需求和市场规模的快速发展。

(3)主要技术门槛

1、扩大衬底尺寸

衬底直径是衡量晶体制备水平的重要指标之一,也是降低下游芯片制备成本的重要途径。扩径技术,即如何从小尺寸碳化硅单晶制备出更大尺寸的碳化硅单晶。

导电型碳化硅衬底以6英寸为主,8英寸衬底开始发展;半绝缘碳化硅衬底以4英寸为主,目前逐渐向6英寸衬底发展。6英寸衬底面积为4英寸衬底的2.25倍,相同的晶体制备时间内衬底面积的倍数提升带来衬底成本的大幅降低,与此同时,单片衬底上制备的芯片数量随着衬底尺寸增大而增多,单位芯片的成本也随随之降低。

随着尺寸的增大,碳化硅单晶扩径技术的要求越来越高。扩径技术需要综合考虑热场设计、扩径结构设计、晶体制备工艺设计等多方面的技术控制要素,最终实现晶体迭代扩径生长,从而获得直径达标的高质量籽晶,继而实现后续大尺寸籽晶的连续生长。

2、改进电学性能

2.1半绝缘型碳化硅衬底的高电阻率

半绝缘衬底制备工艺主要通过去除晶体中的各种杂质,特别是浅能级杂质,实现晶体的本征高电阻率。

由于PVT法制备碳化硅衬底的高温物理条件下,生长反应腔室内的碳化硅粉料、石墨材料等都会释放出杂质并生长进入晶体中,从而影响晶体的纯度和电学性能。同时为了保证纯度,制备所需的关键反应物料的纯度要求也较高。

随着半绝缘型碳化硅衬底制备技术发展,使得碳化硅衬底纯度、晶体质量和电阻率不断提高,从而为器件性能的提升奠定了材料基础。目前,半绝缘型碳化硅衬底领先企业已经普遍将电阻率稳定控制在10^8Ω·cm以上。

2.2导电型碳化硅衬底的低电阻率

导电型衬底要求实现更低的电阻率,可通过在晶体生长过程中引入氮元素,呈现低阻电学性能。目前,国际领先的碳化硅企业6英寸导电型碳化硅衬底电阻率在0.015-0.028Ω·cm之间,相应器件性能提升的需求则往往对衬底电阻率提出更严苛的要求。

导电型碳化硅晶体的电阻率会存在分布不均匀的情况,具体表现为:径向上的电阻率呈现为中心电阻率值低、边缘电阻率值高的特点,轴向上则呈现出生长前期低、后期高的特征。由于电阻率直接影响器件的导通特性,因此,获得低阻值、衬底面内电阻率径向分布均匀、不同衬底间电阻率值一致的导电衬底是实现功率器件性能优异的技术需求。

3、降低微管密度

碳化硅晶体中最重要的结晶缺陷之一是微管,微管是延伸并贯穿整个晶棒的中空管道。微管的存在对于器件的应用是致命的,衬底中的微管存在的密度将直接决定外延层的结晶质量,器件区存在微管时将导致器件过高的漏电流甚至器件击穿,造成器件失效。因此,降低微管密度是碳化硅产业化应用的重要技术方向。随着微管缺陷改进技术的不断进步,国际领先的碳化硅企业可以将微管密度稳定地控制在1cm-2以下。

2.公司所处的行业地位分析及其变化情况

碳化硅衬底主要用于微波电子、电力电子等领域,处于宽禁带半导体产业链的前端,是前沿、基础的核心关键材料。因其重大的战略意义,2008年《瓦森纳协定》就对半绝缘型碳化硅衬底材料进行明确的限制,部分西方发达国家作为协定成员国对我国实施严格禁运,制约了我国国防和新一代信息通信的发展,对国家发展、产业链安全造成严重威胁。

在此背景下,公司作为我国碳化硅衬底领域的领军企业,在国家亟需的时候,担当起国家核心战略物资的保障供应重任,批量供应了半绝缘型碳化硅衬底材料,成功实现该产品的自主可控。根据yole报告统计,2021年公司在半绝缘碳化硅衬底领域,市场占有率连续三年保持全球前三。

同时,公司分别作为863计划新材料技术领域中导电型碳化硅衬底相关研究课题和《2013年新材料研发及产业化专项项目》中导电型碳化硅衬底相关项目的牵头单位之一,已成功掌握了导电型碳化硅衬底材料制备的技术和产业化能力。在优先保障半绝缘型碳化硅衬底材料战略供应之余,公司同时进行导电型碳化硅衬底材料的研发和小批量销售,所制备的衬底正在电力电子领域客户中进行验证。

近年来,凭借卓越的研发及创新能力,公司已成为全球为数不多的掌握半绝缘型和导电型碳化硅衬底、产品尺寸较全的碳化硅衬底生产商。

在碳化硅衬底领域,企业量产的碳化硅衬底尺寸大小、同尺寸产品的参数指标是评价产品技术水平优劣的关键综合评价指标。目前,公司与全球行业龙头企业相比,同尺寸产品在技术参数上不存在明显差距;且公司4英寸产品已经量产,与全球行业龙头企业相比差距较小;但在各尺寸量产时间、大尺寸产品供应情况及供应链配套等方面仍与全球龙头企业存在一定差距。

3.报告期内新技术、新产业、新业态、新模式的发展情况和未来发展趋势

3.1所属行业在新技术方面近年来的发展情况与未来发展趋势

(1)碳化硅单晶制备技术水平发展状况

碳化硅衬底制备技术包括PVT法(物理气相传输法)、溶液法和高温气相化学沉积法等,目前商用碳化硅单晶生长均采用PVT法。PVT法制备碳化硅单晶的难度在于:

①碳化硅单晶生长设备设计与制造技术。碳化硅长晶炉是晶体制备的载体,也是晶体生长核心技术中的热场和工艺的重要组成部分。针对不同尺寸、不同导电性能的碳化硅单晶衬底,碳化硅长晶炉需要实现高真空度、低真空漏率等各项性能指标,为高质量晶体生长提供适合的热场实现条件。

②碳化硅粉料合成过程中的环境杂质多,难以获得高纯度的粉料;作为反应源的硅粉和碳粉反应不完全易造成Si/C比失衡;碳化硅粉料合成后的晶型和颗粒粒度难控制。

③碳化硅单晶在2,300°C以上高温的密闭石墨腔室内完成“固-气-固”的转化重结晶过程,生长周期长、控制难度大,易产生微管、包裹物等缺陷。

④碳化硅单晶包括200多种不同晶型,但生产一般仅需一种晶型,生长过程中易产生晶型转变造成多型夹杂缺陷,制备过程中单一特定晶型难以稳定控制,例如目前主流的4H型。

⑤碳化硅单晶生长热场存在温度梯度,导致晶体生长过程中存在原生内应力及由此诱生的位错、层错等缺陷。

⑥碳化硅单晶生长过程中需要严格控制外部杂质的引入,从而获得极高纯度的半绝缘晶体或定向掺杂的导电型晶体。对于射频器件使用的半绝缘碳化硅衬底,电学性能需要通过控制晶体中极低的杂质浓度及特定种类的点缺陷来实现。

⑦碳化硅衬底作为莫氏硬度9.2的高硬度脆性材料,加工过程中存在易开裂问题,加工完成后的衬底易存在翘曲等质量问题;为了达到下游外延开盒即用的质量水平,需要对碳化硅衬底表面进行超精密加工,以降低表面粗糙度、表面平整度并达到严苛的金属、颗粒控制要求。

碳化硅衬底及下游外延、器件成本降低的需求驱动碳化硅制备技术往更大的晶体尺寸、更优的衬底质量、更高的生长速率发展。

(2)碳化硅衬底制备技术水平未来发展趋势

参见本章节(三)所处行业情况中1.行业的发展阶段、基本特点、主要技术门槛中(3)主要技术门槛相关内容。

3.2所属行业在新产业方面近年来的发展情况与未来发展趋势

2018年,中央经济工作会议重新定义了基础设施建设,把5G、人工智能、工业互联网、物联网定义为“新型基础设施建设”,即“新基建”。2020年以来,我国加快“新基建”建设力度,明确新基建涉及“5G基站建设、特高压、城际高速铁路和城际轨道交通、新能源汽车充电桩、大数据中心、人工智能、工业互联网”等七大领域。

随着5G基站建设、电动汽车、充电桩、特高压、城际高速铁路等行业发展,半导体器件的性能也需要持续提升,即更高的工作电压、更高的工作频率、更高的效率、更高的工作温度、更强的散热能力和更高的可靠性。目前,我国在5G通信、电动汽车等新兴产业的技术水平、产业化规模等方面都处于国际优势地位,将促进我国上游半导体行业的持续发展,进一步提高国内半导体企业在国际市场的影响力,尤其对碳化硅器件将产生巨大的需求。

3.3所属行业在新业态、新模式方面近年来的发展情况与未来发展趋势

目前,碳化硅行业企业的业态主要可以分为两种商业模式:第一类是覆盖较全的产业链环节,例如同时从事碳化硅衬底、外延及器件的制作,例如科锐公司等;第二类是只从事产业链的单个或者部分环节,例如武陟公司等。公司目前采用第二类商业模式,聚焦碳化硅衬底材料的研发、生产和销售。

3公司主要会计数据和财务指标

3.1近3年的主要会计数据和财务指标

单位:元　币种:人民币

	2021年	2020年	本年比上年增减(%)	2019年
总资产	2,618,436,151.68	2,467,938,819.45	6.10	1,549,051,572.44
归属于上市公司股东的净资产	2,222,464,236.70	2,133,021,734.20	4.19	499,217,367.17
营业收入	493,856,844.38	424,811,901.45	16.25	268,558,434.98
归属于上市公司股东的净利润	89,961,507.57	-641,613,245.23	不适用	-200,683,616.52
归属于上市公司股东的扣除非经常性损益的净利润	12,973,891.51	22,687,831.63	-42.82	5,229,139.24
经营活动产生的现金流量净额	110,700,259.62	-122,017,640.06	不适用	211,090,305.83
加权平均净资产收益率(%)	4.13	-80.74	增加84.87个百分点	不适用
基本每股收益(元/股)	0.23	-1.66	不适用	不适用
稀释每股收益(元/股)	0.23	-1.66	不适用	不适用
研发投入占营业收入的比例(%)	14.93	10.71	增加4.22个百分点	6.97

3.2报告期分季度的主要会计数据

单位:元　币种:人民币

	第一季度(1-3月份)	第二季度(4-6月份)	第三季度(7-9月份)	第四季度(10-12月份)
营业收入	126,891,120.74	120,324,680.74	122,887,650.12	123,753,392.78
归属于上市公司股东的净利润	23,889,077.02	24,018,927.00	5,626,317.76	36,417,185.79
归属于上市公司股东的扣除非经常性损益后的净利润	19,943,322.71	3,229,396.96	-226,054.21	-9,972,772.95
经营活动产生的现金流量净额	14,994,560.57	45,868,077.63	-4,722,182.38	54,559,803.80

季度数据与已披露定期报告数据差异说明

□适用 √不适用

4股东情况

4.1普通股股东总数、表决权恢复的优先股股东总数和持有特别表决权股份的股东总数及前10名股东情况

单位:股

截至报告期末普通股股东总数(户)	41
年度报告披露日前上一月末的普通股股东总数(户)	14,885
截至报告期末表决权恢复的优先股股东总数(户)	0
年度报告披露日前上一月末表决权恢复的优先股股东总数(户)	0
截至报告期末持有特别表决权股份的股东总数(户)	0
年度报告披露日前上一月末持有特别表决权股份的股东总数(户)	0

前十名股东持股情况

股东名称(全称)	报告期内增减	期末持股数量	比例(%)	持有有限售条件股份数量	包含转融通借出股份的限售股份数	质押、标记或冻结情况		股东性质
						股份状态	数量	
股东名称(全称)	0	129,302,726	33.4340	0	0	无	0	境内自然人
国材股权投资基金(济南)合伙企业(有限合伙)	0	38,673,994	10.0000	0	0	无	0	其他
辽宁中德产业股权投资基金合伙企业(有限合伙)	0	34,078,125	8.8116	0	0	无	0	其他
哈勃科技创业投资有限公司	0	27,262,500	7.0493	0	0	无	0	境内非国有法人
上海麦明企业管理中心(有限合伙)	0	23,133,000	5.9815	0	0	无	0	其他
辽宁正为一号高科技股权投资基金合伙企业(有限合伙)	0	13,474,569	3.4841	0	0	无	0	其他
上海铸傲企业管理中心(有限合伙)	0	12,900,000	3.3356	0	0	无	0	其他
辽宁海通新能源低碳产业股权投资基金有限公司	0	10,602,084	2.7414	0	0	无	0	境内非国有法人
广州众海泰昌投资合伙企业(有限合伙)	0	8,330,208	2.1540	0	0	无	0	其他
镇江智硅投资中心(有限合伙)	0	7,662,009	1.9812	0	0	无	0	其他

上述股东关联关系或一致行动的说明	宗艳民分别持有上海麦明0.0130%、上海铸傲0.0233%的出资份额并担任上海麦明、上海铸傲的普通合伙人和执行事务合伙人,宗艳民、上海麦明和上海铸傲分别持有公司33.4340%、5.9815%和3.3356%的股权。 海通证券全资子公司海通创新证券投资有限公司持有机构股东辽宁海通新能源40.40%的股权;海通证券全资子公司海通开元投资有限公司系机构股东辽宁中德的有限合伙人(持有19.60%的出资份额),并持有机构股东辽宁中德的普通合伙人、执行事务合伙人海通新能源私募股权投资管理有限公司51%的股权。
表决权恢复的优先股股东及持股数量的说明	不适用

存托凭证持有人情况

□适用 √不适用

截至报告期末表决权数量前十名股东情况表

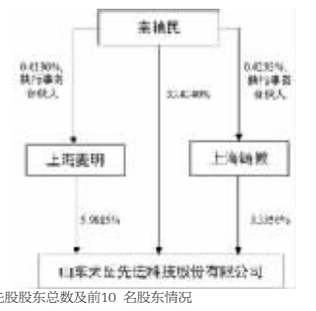
□适用 √不适用

4.2公司与控股股东之间的产权及控制关系的方框图

√适用 □不适用

4.3公司与实际控制人之间的产权及控制关系的方框图

√适用 □不适用



4.4报告期末公司优先股股东总数及前10名股东情况

□适用 √不适用

5公司债券情况

□适用 √不适用

第三节 重要事项

1公司应当根据重要性原则,披露报告期内公司经营情况的重大变化,以及报告期内发生的对公司经营情况有重大影响和预计未来会有重大影响的事项。

报告期内,公司实现营业总收入49,385.68万元,较上年同期增长16.25%;实现归属于母公司所有者的净利润8,995.15万元,较上年同期增加73,156.48万元。

报告期内,公司总资产261,843.62万元,较报告期初增加6.10%;归属于母公司的所有者权益222,246.42万元,较报告期初增加4.19%;归属于母公司所有者的每股净资产5.75元,较报告期初增加4.19%。

2公司年度报告披露后存在退市风险警示或终止上市情形的,应当披露导致退市风险警示或终止上市情形的原因。

本公司作为承租人

本公司选择根据首次执行新租赁准则的累积影响数,调整首次执行新租赁准则当年年初留存收益及财务报表其他相关项目金额,不调整可比期间信息。

对于首次执行日前已存在的经营租赁,本公司在首次执行日根据剩余租赁付款额按首次执行日本公司的增量借款利率折现的现值计量租赁负债,并根据每项租赁选择以下两种方法之一计量使用权资产:

-假设自租赁期开始日即采用新租赁准则的账面价值,采用首次执行日的本公司的增量借款利率作为折现率。

-与租赁负债相等的金额,并根据预付租金进行必要调整。

对于首次执行日前的经营租赁,本公司在应用上述方法的同时根据每项租赁选择采用下列一项或多项简化处理:

1)将于首次执行日后12个月内完成的租赁作为短期租赁处理;

2)计量租赁负债时,具有相似特征的租赁采用同一折现率;

3)使用权资产的计量不包含初始直接费用;

4)存在续租选择权或终止租赁选择权的,根据首次执行日前选择权的实际行使及其他最新情况确定租赁期;

5)作为使用权资产