公司代码:688233　　公司简称:神工股份

# 锦州神工半导体股份有限公司

# 【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描述了可能存在的相关风险，敬请查阅本报告“第三节 管理层讨论与分析”中关于公司可能面临的各种风险及应对措施部分内容。

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 大信会计师事务所（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

□是 √否

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

公司拟以2021年度实施权益分派股权登记日登记的总股本数为基数，向全体股东每10股派发现金红利人民币4.10元（含税）。截至2021年12月31日，公司总股本为160,000,000股，以此计算合计拟派发现金红利65,600,000.00元（含税）。占公司2021年度合并报表归属于上市公司股东净利润的30.03%。公司不进行资本公积转增股本，不送红股。本事项已获公司第二届董事会第六次会议审议通过，尚需提交公司股东大会审议。

8 是否存在公司治理特殊安排等重要事项

□适用 √不适用

第二节 公司基本情况

1 公司简介

公司股票简况

√适用 □不适用

| 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 |
| A股 | 上海证券交易所科创板 | 神工股份 | 688233 | 不适用 |

公司存托凭证简况

□适用 √不适用

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 | 袁欣 | |
| 办公地址 | 辽宁省锦州市太和区中信路46号甲 | |
| 电话 | +86-416-711-9889 | |
| 电子信箱 | info@thinkon-cn.com | |

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

报告期内，公司克服新冠肺炎疫情带来的物流阻碍和上游原材料价格上涨乃至货物短缺等多方面的不利影响，继续保持了强劲的盈利能力。两大业务“硅零部件”和“半导体大尺寸硅片”，市场推广取得显著进展，初步在国产半导体供应链中占据有利位置，开始发挥独特作用；原有“大直径硅材料”业务，产品结构继续优化升级，利润率较高的16英寸及以上产品销售收入进一步提升，全球细分市场领先优势进一步巩固。主要情况分别说明如下：

1）大直径硅材料

这一业务板块的产品，按直径覆盖了从14英寸至22英寸所有规格，主要销售给日本、韩国等国的硅零部件加工厂，因此也可称之为“集成电路刻蚀用大直径硅材料”。该产品具有国际竞争力，在技术、品质、产能和市场占有率等方面处于世界领先水平，也是公司的主要营业收入来源。

报告期内，公司大直径硅材料产品生产情况稳定，产能逐步提升中；产品结构继续优化升级，利润率较高的16英寸及以上产品收入占比进一步提升，从2020年度的23.75%上升至2021年度的26.32%，毛利率为75.82%，对公司整体净利润增长有较大贡献；公司在刻蚀用大直径硅材料市场的全球市占率，也在原有基础上得到稳步增加。

2）硅零部件

上述“大直径硅材料”，经过切片、磨片、腐蚀、打微孔、形状加工、抛光、清洗等一系列精密加工后，最终做成等离子刻蚀机用硅零部件。公司是具备“从晶体生长到硅电极成品”完整制造能力的一体化厂商，拥有全球领先的大直径硅材料晶体制造技术，是等离子刻蚀机设备厂家硅零部件产品的上游材料供应商。硅电极产品具有“品种多、批量小”的特点，具体产品消耗量依集成电路制造厂商的等离子刻蚀机种类、腔体结构、数量和具体制造工艺所决定，尺寸越大，设计要求越复杂的产品，对加工能力要求越高，毛利率相对越高。

报告期内，公司硅零部件产品面向中国国内市场进行销售拓展。在为刻蚀设备厂家配套方面，公司继续加强与国内等离子刻蚀机设备制造厂商，中微公司和北方华创的合作，共同开发适配于不同机型的多种硅零部件产品；在终端集成电路制造厂国内客户方面，公司可以覆盖其使用中的绝大多数硅零部件规格，并已获得国内多家12英寸集成电路制造厂的送样评估机会，取得了小批量订单。

3）半导体大尺寸硅片

公司以生产技术门槛高，市场容量比较大的轻掺低缺陷抛光硅片为目标，致力于满足该产品的国内需求。轻掺低缺陷硅片主要用于低电压高性能电子产品，如手机等；而重掺硅片则用于高电压产品，如充电器、家用电器、交通设备、通信设备等。低压产品的设计线宽更小，对硅片内在缺陷的控制要求更高，且硅片表面一般不做或只做很薄的外延层。轻掺低缺陷抛光硅片可以应用于8英寸相对高端的产品制程，拥有较高的附加价值。从全球市场8英寸硅片总需求上看，轻掺硅片占全部需求的70-80%；在12英寸硅片总需求中，轻掺硅片占比几近100%。公司8英寸轻掺低缺陷硅片产品对标日本信越化学公司生产的同类硅片。该款硅片目前市场份额相对较高，因销售地区、付款条件、客户策略等差异略有不同。

报告期内，公司半导体级8英寸轻掺低缺陷抛光硅片完成了第一阶段月产能50,000片的设备安装调试工作，产线于2021年1月打通，工艺趋向稳定，产能逐渐爬升。

良率方面，公司成功完成半导体级轻掺低缺陷硅晶体生长的工艺研发，并持续提升晶体缺陷率控制能力；在当前试生产和为客户送样认证的情况下，大多数的技术指标和良率已经达到或基本接近业内主流大厂的水准。

评估认证方面，公司的8英寸测试硅片已经通过了某些国内客户的评估认证；同时，8英寸轻掺低缺陷高阻硅片，正在客户端评估中，进展顺利；另外，公司完成了与国内主流客户在技术难度较高的8英寸硅片上的规格对接工作，并启动了后续的评估送样工作。

(二) 主要经营模式

公司主营业务为大直径硅材料、硅零部件、半导体大尺寸硅片及其应用产品的研发、生产和销售，其采购、生产、销售模式如下：

1、采购模式

公司产品生产用原材料、包装材料由采购部根据“以产定购”的原则进行采购工作安排。

公司建立了供应商管理体系和供应商认证制度，根据供应商的资质条件、产品质量、供货能力、服务水平等情况对供应商进行综合评价，将符合条件的供应商纳入合格供应商清单。供应商进入清单后，公司会基于各部门的反馈以及市场调研情况，定期从产品质量和供货情况等方面对供应商进行持续评估和认证，根据评估结果调整采购订单的分配，并确保主要原材料有两家以上合格供应商供应能力。

2、生产模式

公司采取“客户订单+自主备货”的生产模式。公司根据客户发送的定制化产品订单情况组织采购和生产。此外，公司还会结合下游市场需求预测和与客户沟通情况统筹安排备货计划。

公司建立了《产品标识和可追溯管理规定》，每一件产成品均可以通过产品编号检索至单晶工艺跟踪单，从而获得产品的具体生产日期、质量检验员、生产班组等信息。产品质量的可追溯性为公司持续改进管理水平和生产工艺提供了重要保障。目前，公司已通过ISO9001:2015标准质量管理体系认证。

3、销售模式

公司主要采用客户直销的模式进行销售，管理层和销售部负责公司现有客户的维护和潜在客户的开发。客户发送订单至公司，经公司确认订单条款、双方对产品类型、数量、价格以及交货期等要素达成一致后按照订单约定履行各自义务。公司根据订单约定交付产品后，将持续跟踪客户产品到货情况及销售回款情况。

公司下游客户对大直径硅材料及其应用产品有较高质量要求，对供应商选择有较为严格的筛选、考核体系。公司成功进入下游客户供应链体系一般需要经历现场考察、送样检验、技术研讨、需求回馈、技术改进、小批试做、批量生产、售后服务评价等环节，认证过程严格，认证周期较长，一般为3-12个月不等。为了保证高品质产品的稳定供应，可以通过下游客户的认证，客户会与供应商建立长期稳定的合作关系。

公司在拓展潜在客户时，会对客户进行背景调查，在对客户的技术要求进行内部评估的同时，对客户报价进行成本效益核算，进而对是否进入该潜在客户供应链体系进行综合判断。

(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）行业的发展阶段

2021年，半导体行业发展继续处于上行周期。半导体行业属于周期性行业，行业增速与科技发展、全球经济形势高度相关，同时受技术升级、市场结构变化、应用领域升级、库存变化等因素的影响。根据世界半导体贸易统计协会（WSTS）2022年3月最新发布的数据，2021年全球半导体市场销售额达5,560亿美元，同比增长26.2%。2021年下半年以来，晶圆制造和封装的刚性供给无法满足快速增长的结构性市场需求，导致半导体行业的供给紧张。根据国际半导体设备和材料协会（SEMI）2022年2月公布的数据，2021年全球硅片总出货量为141.65亿平方英寸，比2020年同比增长14%，12英寸、8英寸及6英寸硅片全部面临强劲需求。在高需求的持续预期下，半导体行业仍处于上行周期，优质的国产半导体材料厂商有望受益于行业产能的扩张，迎来新的机遇。

半导体级硅材料产业规模：片半导体集成电路制造过程中全部材料规模的30%以上，是芯片制造中最为重要的基础原材料。硅材料具有优良的电学和物理特性，可以被制造成为多种尺寸的高纯度单晶体，且较其它半导体材料有明显的成本优势，故而成为全球应用广泛的重要集成电路基础材料。按照应用场景划分，可以分为芯片用硅晶体材料和刻蚀用大直径硅材料。其中芯片用硅晶体材料经加工制成的硅片，经过一系列集成电路制造工艺形成极微小的电路结构，再经切割、封装、测试等环节成为芯片，并广泛应用于集成电路下游产品中。

大直径硅材料加工制成的半导体等离子刻蚀设备用硅零部件，是集成电路芯片制造工艺刻蚀环节所需的核心耗材。报告期内，公司具备8英寸、12英寸半导体等离子刻蚀机用的硅零部件批量生产能力，已获得国内多家12英寸集成电路制造商的送样评估机会，并取得了某些客户的小批量订单；公司使用募投资金进入半导体大尺寸硅片领域，也进入小批量生产，并稳步推进在集成电路制造厂商的送样认证工作。

（2）基本特点

半导体级硅材料行业有“三高”的特点：

1）资金壁垒高

半导体级硅材料行业属于资金密集型行业，前期涉及厂房、设备等巨额资本投入，且生产所需高精度制造设备和质量检测设备的价值很高，固定资产投资规模庞大。同时规模化生产是行业参与者降低成本提升市场竞争力的必要手段，因此市场新进入者必须达到一定的经济规模，才能与现有企业在设备、技术、成本、人才等方面展开竞争。

2）技术壁垒高

半导体级硅材料质量优劣的评价标准主要包括晶体尺寸、缺陷密度、元素含量、元素分布均匀性等一系列参数指标。实际生产过程中，除了热场设计、原材料高纯度化处理外，需要匹配各类参数并把握晶体成长窗口期以控制固液共存界面形状。在密闭高温腔体内进行原子有序排列并完成晶体生长是复杂的系统工程，工艺难度较高，且产品良品率和参数一致性受具工技能和生产设备性能的影响，人机协调也是工艺难点所在。

我国半导体级硅材料行业起步较晚，相比国外先进水平较为落后，具备相关理论知识和行业经验的高级技术人才以及熟练的技术工人都相对匮乏。市场新进入者难以在短时间内获得足够有丰富经验的专业性技术人才，而行业人才的培养、经验的积累以及高效的协作都需要较长时间。

3）市场壁垒高

半导体级硅材料行业下游客户为保证自身产品质量、生产规模和效率、供应链的安全性，十分注重供应商生产规模、质量控制与快速反应能力。因此，行业下游客户会对供应商执行严格的考察和全面认证程序，涉及技术评审、产品报价、样品检测、小批量试用、批量生产等多个阶段，行业下游客户确保供应商的研发能力、生产设备、工艺流程、管理水平、产品质量等都能达到认证要求后才会考虑与其建立长期的合作关系。认证周期较长，认证时间成本较高。一旦供应商进入客户供应链体系，基于保证产品质量的稳定性、控制供应商渠道开拓与维护成本等多方面的考虑，客户一般不会轻易改变已定型的产品供应结构。

（3）主要技术门槛

1）大直径硅材料生长技术

公司大直径硅材料产品尺寸主要为14-22英寸，主要销售给半导体等离子刻蚀设备硅零部件制造商，经一系列精密的机械加工制作成为集成电路制造刻蚀环节所需的核心硅零部件。公司生产并销售的集成电路刻蚀用大直径硅材料纯度为10到11个9，产品质量核心指标达到国际先进水平，可满足7nm及以下先进制程芯片刻蚀环节对硅材料的工艺要求。

公司凭借无硼掺大直径单晶硅制造技术，固液共存界面控制技术、热场尺寸优化工艺等多项业内领先的工艺或技术，使公司能够实现不借助强磁场，在单晶生长设备既有规格基础上生产出更大尺寸的单晶硅，因此在维持较高良品率和参数一致性水平的基础上有效降低了单位生产成本。

目前公司大直径硅材料已可满足先进制程集成电路刻蚀环节的生产制造需求。考虑到全球主要刻蚀设备供应商所生产的等离子刻蚀设备型号存在差异，刻蚀环节所用大直径硅材料的生产需要满足客户定制化的需求。报告期内，公司研发团队还开展了22英寸以上半导体硅零部件所需多晶质材料的工艺攻关，取得了更多的热场优化试验数据，良品率继续提高，持续优化晶体各项理化指标所对应的工艺；公司产品结构继续优化升级，利润率较高的16英寸及以上大直径硅材料销售收入进一步提升。16英寸及以上产品技术难度较高，从业厂商少，公司的良品率、成本及价格优势将更为明显。

2）硅零部件加工技术

大直径硅材料经过切片、研磨、钻孔、腐蚀、抛光、检验等多道精密加工步骤后可制成等离子刻蚀机用的硅零部件，如：上电极，硅片托环等。等离子刻蚀机的气体通过气体分配盘经由硅上电极的上千个细微小孔进入刻蚀机腔体中，在一定电压的作用下，形成高强度的等离子体，若细微小孔的孔径不一致，会影响刻电路刻蚀的精度，从而造成芯片良率的下降；同时，上电极及硅片托环与芯片同处于刻蚀机腔体中，受等离子体的刻蚀后，逐渐变薄，当这些硅零部件厚度减少到一定程度后，需替换新的硅零部件，以满足等离子刻蚀机所需要的工艺条件。因此硅零部件是晶圆制造中刻蚀工艺的核心耗材。硅零部件的物理特性和化学特性对于晶圆表面的沟槽精度、均匀性等指标有着重大影响，因此，等离子刻蚀设备厂商或集成电路制造商通常对硅零部件的选择有着很高的要求。

大直径硅材料属于硬脆材料，加工难度较高。例如，在进行表面、外形加工过程中，刀具与其接触过程中，极易造成微观层面的崩裂等表面损伤可延伸至产品内部，造成产品在使用过程中的断裂。然而，硅零部件中应用于集成电路高端制程中的上电极，往往需要加工上千个微孔。每个微孔的尺寸精度、位置精度等都有极高要求，甚至每个微孔内壁表面的保持一定程度的光滑度，以达到孔内壁不易产生异物污染的要求，同时，刻蚀气体经过每个微孔后，孔径内壁腐蚀变化程度也需要保证一致性，所以，上千个微孔的加工必须一气呵成，如果中间有异常，整个上电极就会成为不良品。

公司经过长时间的研发，掌握了硅材料的加工技术，在高深径比钻孔技术、孔内腐蚀、清洗技术等方面探索并积累了一定的经验。报告期内，公司进行了“精密磨削替代研磨加工”的工艺改进，降低了材料成本，进一步提高了硅零部件产品的平面精度；硅零部件完成品清洗工艺优化取得阶段性进展，降低了表面颗粒度，为后续整体方案设计提供了重要的技术保障；公司开发的“单晶硅及多晶硅材料细微深孔加工技术”经过科技成果评价，达到国际先进水平。公司目前的工艺积累已经较为领先，在为刻蚀设备厂家配套方面，公司继续加强与国内等离子刻蚀机设备制造厂商，中微公司和北方华创的合作，共同开发适配于不同机型的多种硅零部件产品；在终端集成电路制造厂国内客户方面，公司可以覆盖其使用中的绝大多数硅零部件规格，并已获得国内多家12英寸集成电路制造厂的送样评估机会，取得了小批量订单。

3）半导体大尺寸硅片行业技术

半导体硅片是集成电路制造中的基础原材料。一般而言，单张硅片上制造的芯片数量就越多，单位芯片的成本也随之降低。因此，为了提升生产效率、降低成本，半导体硅片制造技术不断向大尺寸演进。但是，半导体硅片尺寸越大，对生产的人员、技术、原材料、设备设施等的要求也越高。同时，作为芯片制造的基础材料，硅片生产对于晶体纯度、缺陷率控制、表面平整度、表面异物数量也都有着极高的要求，且随着工艺制程精度提升，这些指标会更为严苛。为了满足这些要求，先进的高精度自动化设备和具有长年经验、熟练掌握核心技术的工程师都是不可或缺的。

半导体大尺寸硅片行业技术简单分类为半导体硅晶体材料生长技术及硅片加工技术。

公司既有产品大直径硅材料，与8英寸半导体级大直径硅材料，由于两者应用场景不同，对具体技术参数指标的要求也不尽相同，两者在各自生产环节的参数设定、调整及控制方面存在着一定差异；但同时两者在生产工艺方面存在相似度和相通性，因都是利用直拉单晶法生产，其工艺涉及的重点技术领域均涵盖了固液共存界面控制技术、电阻率精准控制技术、引晶技术等。相比大直径硅材料，8英寸半导体级硅晶体材料对晶体原生微缺陷率、面内电阻率均匀率、表面异物数量等多项指标要求更加严格，需控制单晶硅生长过程中的硅液温度、晶体成长速度等工艺参数，使其集中保持在较窄且稳定的工艺窗口内，以满足后续芯片制造的工艺要求。

从尺寸参数来看，目前国际领先的半导体级单晶硅片生产企业在12英寸领域的生产技术已较为成熟，研发水平已跃升至18英寸。我国尚处于攻克8英寸和12英寸轻掺低缺陷硅片规模化生产技术难关的阶段，上述两种大尺寸硅片相关技术尚待实现突破。从核心参数来看，目前国际上技术领先的硅片已用于生产7nm及以下先进制程的芯片工艺中，国内大规模化量产大尺寸硅片技术起步相对晚，多数集中在重掺低阻产品上，用作为厚膜外延片底板及之后的亚微米级制程芯片的生产中。

重掺硅片与轻掺硅片工艺不同之处主要体现在，重掺硅片需在重掺硅晶体材料制成的衬底片表面上生长一层几十微米到一百多微米不等的外延层，所以重掺单晶体衬缺陷要求较低。而轻掺硅片需要在外延层上生长一层几十微米厚度的外延层，对轻掺硅晶体材料的原生缺陷指标要求很高。目前从全球市场8英寸硅片总需求上看，轻掺硅片占全部需求的70-80%；在12英寸硅片总需求中，轻掺硅片占比近100%。

公司以生产技术门槛高，市场容量比较大的轻掺低缺陷抛光硅片为目标，致力于满足该产品的国内需求。轻掺低缺陷硅片主要用于低电压高性能电子产品，如手机等；而重掺硅片则用于高电压产品，如充电器、家用电器、交通设备、通信设备等。低压产品的设计线宽更小，对硅片内在缺陷的控制要求更高，且硅片表面一般不做或只做很薄的外延层。轻掺低缺陷抛光硅片可以应用于8英寸相对高端的产品制程，拥有较高的附加价值。从全球市场8英寸硅片总需求上看，轻掺硅片占全部需求的70-80%；在12英寸硅片总需求中，轻掺硅片占比几近100%。公司8英寸轻掺低缺陷硅片产品对标日本信越化学公司生产的同类硅片。该款硅片目前市场份额相对较高，因销售地区、付款条件、客户策略等差异略有不同。

报告期内，公司半导体级8英寸轻掺低缺陷抛光硅片完成了第一阶段月产能50,000片的设备安装调试工作，产线于2021年1月打通，工艺趋向稳定，产能逐渐爬升。

良率方面，公司成功完成半导体级轻掺低缺陷硅晶体生长的工艺研发，并持续提升晶体缺陷率控制能力；在当前试生产和为客户送样认证的情况下，大多数的技术指标和良率已经达到或基本接近业内主流大厂的水准。

评估认证方面，公司的8英寸测试硅片已经通过了某些国内客户的评估认证；同时，8英寸轻掺低缺陷高阻硅片，正在客户端评估中，进展顺利；另外，公司完成了与国内主流客户在技术难度较高的8英寸硅片上的规格对接工作，并启动了后续的评估送样工作。

(二) 主要经营模式

公司主营业务为大直径硅材料、硅零部件、半导体大尺寸硅片及其应用产品的研发、生产和销售，其采购、生产、销售模式如下：

1、采购模式

公司产品生产用原材料、包装材料由采购部根据“以产定购”的原则进行采购工作安排。

公司建立了供应商管理体系和供应商认证制度，根据供应商的资质条件、产品质量、供货能力、服务水平等情况对供应商进行综合评价，将符合条件的供应商纳入合格供应商清单。供应商进入清单后，公司会基于各部门的反馈以及市场调研情况，定期从产品质量和供货情况等方面对供应商进行持续评估和认证，根据评估结果调整采购订单的分配，并确保主要原材料有两家以上合格供应商供应能力。

2、生产模式

公司采取“客户订单+自主备货”的生产模式。公司根据客户发送的定制化产品订单情况组织采购和生产。此外，公司还会结合下游市场需求预测和与客户沟通情况统筹安排备货计划。

公司建立了《产品标识和可追溯管理规定》，每一件产成品均可以通过产品编号检索至单晶工艺跟踪单，从而获得产品的具体生产日期、质量检验员、生产班组等信息。产品质量的可追溯性为公司持续改进管理水平和生产工艺提供了重要保障。目前，公司已通过ISO9001:2015标准质量管理体系认证。

3、销售模式

公司主要采用客户直销的模式进行销售，管理层和销售部负责公司现有客户的维护和潜在客户的开发。客户发送订单至公司，经公司确认订单条款、双方对产品类型、数量、价格以及交货期等要素达成一致后按照订单约定履行各自义务。公司根据订单约定交付产品后，将持续跟踪客户产品到货情况及销售回款情况。

公司下游客户对大直径硅材料及其应用产品有较高质量要求，对供应商选择有较为严格的筛选、考核体系。公司成功进入下游客户供应链体系一般需要经历现场考察、送样检验、技术研讨、需求回馈、技术改进、小批试做、批量生产、售后服务评价等环节，认证过程严格，认证周期较长，一般为3-12个月不等。为了保证高品质产品的稳定供应，可以通过下游客户的认证，客户会与供应商建立长期稳定的合作关系。

公司在拓展潜在客户时，会对客户进行背景调查，在对客户的技术要求进行内部评估的同时，对客户报价进行成本效益核算，进而对是否进入该潜在客户供应链体系进行综合判断。

(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）行业的发展阶段

2021年，半导体行业发展继续处于上行周期。半导体行业属于周期性行业，行业增速与科技发展、全球经济形势高度相关，同时受技术升级、市场结构变化、应用领域升级、库存变化等因素的影响。根据世界半导体贸易统计协会（WSTS）2022年3月最新发布的数据，2021年全球半导体市场销售额达5,560亿美元，同比增长26.2%。2021年下半年以来，晶圆制造和封装的刚性供给无法满足快速增长的结构性市场需求，导致半导体行业的供给紧张。根据国际半导体设备和材料协会（SEMI）2022年2月公布的数据，2021年全球硅片总出货量为141.65亿平方英寸，比2020年同比增长14%，12英寸、8英寸及6英寸硅片全部面临强劲需求。在高需求的持续预期下，半导体行业仍处于上行周期，优质的国产半导体材料厂商有望受益于行业产能的扩张，迎来新的机遇。

半导体级硅材料产业规模：片半导体集成电路制造过程中全部材料规模的30%以上，是芯片制造中最为重要的基础原材料。硅材料具有优良的电学和物理特性，可以被制造成为多种尺寸的高纯度单晶体，且较其它半导体材料有明显的成本优势，故而成为全球应用广泛的重要集成电路基础材料。按照应用场景划分，可以分为芯片用硅晶体材料和刻蚀用大直径硅材料。其中芯片用硅晶体材料经加工制成的硅片，经过一系列集成电路制造工艺形成极微小的电路结构，再经切割、封装、测试等环节成为芯片，并广泛应用于集成电路下游产品中。

大直径硅材料加工制成的半导体等离子刻蚀设备用硅零部件，是集成电路芯片制造工艺刻蚀环节所需的核心耗材。报告期内，公司具备8英寸、12英寸半导体等离子刻蚀机用的硅零部件批量生产能力，已获得国内多家12英寸集成电路制造商的送样评估机会，并取得了某些客户的小批量订单；公司使用募投资金进入半导体大尺寸硅片领域，也进入小批量生产，并稳步推进在集成电路制造厂商的送样认证工作。

（2）基本特点

半导体级硅材料行业有“三高”的特点：

1）资金壁垒高

半导体级硅材料行业属于资金密集型行业，前期涉及厂房、设备等巨额资本投入，且生产所需高精度制造设备和质量检测设备的价值很高，固定资产投资规模庞大。同时规模化生产是行业参与者降低成本提升市场竞争力的必要手段，因此市场新进入者必须达到一定的经济规模，才能与现有企业在设备、技术、成本、人才等方面展开竞争。

2）技术壁垒高

半导体级硅材料质量优劣的评价标准主要包括晶体尺寸、缺陷密度、元素含量、元素分布均匀性等一系列参数指标。实际生产过程中，除了热场设计、原材料高纯度化处理外，需要匹配各类参数并把握晶体成长窗口期以控制固液共存界面形状。在密闭高温腔体内进行原子有序排列并完成晶体生长是复杂的系统工程，工艺难度较高，且产品良品率和参数一致性受具工技能和生产设备性能的影响，人机协调也是工艺难点所在。

我国半导体级硅材料行业起步较晚，相比国外先进水平较为落后，具备相关理论知识和行业经验的高级技术人才以及熟练的技术工人都相对匮乏。市场新进入者难以在短时间内获得足够有丰富经验的专业性技术人才，而行业人才的培养、经验的积累以及高效的协作都需要较长时间。

3）市场壁垒高

半导体级硅材料行业下游客户为保证自身产品质量、生产规模和效率、供应链的安全性，十分注重供应商生产规模、质量控制与快速反应能力。因此，行业下游客户会对供应商执行严格的考察和全面认证程序，涉及技术评审、产品报价、样品检测、小批量试用、批量生产等多个阶段，行业下游客户确保供应商的研发能力、生产设备、工艺流程、管理水平、产品质量等都能达到认证要求后才会考虑与其建立长期的合作关系。认证周期较长，认证时间成本较高。一旦供应商进入客户供应链体系，基于保证产品质量的稳定性、控制供应商渠道开拓与维护成本等多方面的考虑，客户一般不会轻易改变已定型的产品供应结构。

（3）主要技术门槛

1）大直径硅材料生长技术

公司大直径硅材料产品尺寸主要为14-22英寸，主要销售给半导体等离子刻蚀设备硅零部件制造商，经一系列精密的机械加工制作成为集成电路制造刻蚀环节所需的核心硅零部件。公司生产并销售的集成电路刻蚀用大直径硅材料纯度为10到11个9，产品质量核心指标达到国际先进水平，可满足7nm及以下先进制程芯片刻蚀环节对硅材料的工艺要求。

公司凭借无硼掺大直径单晶硅制造技术，固液共存界面控制技术、热场尺寸优化工艺等多项业内领先的工艺或技术，使公司能够实现不借助强磁场，在单晶生长设备既有规格基础上生产出更大尺寸的单晶硅，因此在维持较高良品率和参数一致性水平的基础上有效降低了单位生产成本。

目前公司大直径硅材料已可满足先进制程集成电路刻蚀环节的生产制造需求。考虑到全球主要刻蚀设备供应商所生产的等离子刻蚀设备型号存在差异，刻蚀环节所用大直径硅材料的生产需要满足客户定制化的需求。报告期内，公司研发团队还开展了22英寸以上半导体硅零部件所需多晶质材料的工艺攻关，取得了更多的热场优化试验数据，良品率继续提高，持续优化晶体各项理化指标所对应的工艺；公司产品结构继续优化升级，利润率较高的16英寸及以上大直径硅材料销售收入进一步提升。16英寸及以上产品技术难度较高，从业厂商少，公司的良品率、成本及价格优势将更为明显。

2）硅零部件加工技术

大直径硅材料经过切片、研磨、钻孔、腐蚀、抛光、检验等多道精密加工步骤后可制成等离子刻蚀机用的硅零部件，如：上电极，硅片托环等。等离子刻蚀机的气体通过气体分配盘经由硅上电极的上千个细微小孔进入刻蚀机腔体中，在一定电压的作用下，形成高强度的等离子体，若细微小孔的孔径不一致，会影响刻电路刻蚀的精度，从而造成芯片良率的下降；同时，上电极及硅片托环与芯片同处于刻蚀机腔体中，受等离子体的刻蚀后，逐渐变薄，当这些硅零部件厚度减少到一定程度后，需替换新的硅零部件，以满足等离子刻蚀机所需要的工艺条件。因此硅零部件是晶圆制造中刻蚀工艺的核心耗材。硅零部件的物理特性和化学特性对于晶圆表面的沟槽精度、均匀性等指标有着重大影响，因此，等离子刻蚀设备厂商或集成电路制造商通常对硅零部件的选择有着很高的要求。

大直径硅材料属于硬脆材料，加工难度较高。例如，在进行表面、外形加工过程中，刀具与其接触过程中，极易造成微观层面的崩裂等表面损伤可延伸至产品内部，造成产品在使用过程中的断裂。然而，硅零部件中应用于集成电路高端制程中的上电极，往往需要加工上千个微孔。每个微孔的尺寸精度、位置精度等都有极高要求，甚至每个微孔内壁表面的保持一定程度的光滑度，以达到孔内壁不易产生异物污染的要求，同时，刻蚀气体经过每个微孔后，孔径内壁腐蚀变化程度也需要保证一致性，所以，上千个微孔的加工必须一气呵成，如果中间有异常，整个上电极就会成为不良品。

公司经过长时间的研发，掌握了硅材料的加工技术，在高深径比钻孔技术、孔内腐蚀、清洗技术等方面探索并积累了一定的经验。报告期内，公司进行了“精密磨削替代研磨加工”的工艺改进，降低了材料成本，进一步提高了硅零部件产品的平面精度；硅零部件完成品清洗工艺优化取得阶段性进展，降低了表面颗粒度，为后续整体方案设计提供了重要的技术保障；公司开发的“单晶硅及多晶硅材料细微深孔加工技术”经过科技成果评价，达到国际先进水平。公司目前的工艺积累已经较为领先，在为刻蚀设备厂家配套方面，公司继续加强与国内等离子刻蚀机设备制造厂商，中微公司和北方华创的合作，共同开发适配于不同机型的多种硅零部件产品；在终端集成电路制造厂国内客户方面，公司可以覆盖其使用中的绝大多数硅零部件规格，并已获得国内多家12英寸集成电路制造厂的送样评估机会，取得了小批量订单。

3）半导体大尺寸硅片行业技术

半导体硅片是集成电路制造中的基础原材料。一般而言，单张硅片上制造的芯片数量就越多，单位芯片的成本也随之降低。因此，为了提升生产效率、降低成本，半导体硅片制造技术不断向大尺寸演进。但是，半导体硅片尺寸越大，对生产的人员、技术、原材料、设备设施等的要求也越高。同时，作为芯片制造的基础材料，硅片生产对于晶体纯度、缺陷率控制、表面平整度、表面异物数量也都有着极高的要求，且随着工艺制程精度提升，这些指标会更为严苛。为了满足这些要求，先进的高精度自动化设备和具有长年经验、熟练掌握核心技术的工程师都是不可或缺的。

半导体大尺寸硅片行业技术简单分类为半导体硅晶体材料生长技术及硅片加工技术。

公司既有产品大直径硅材料，与8英寸半导体级大直径硅材料，由于两者应用场景不同，对具体技术参数指标的要求也不尽相同，两者在各自生产环节的参数设定、调整及控制方面存在着一定差异；但同时两者在生产工艺方面存在相似度和相通性，因都是利用直拉单晶法生产，其工艺涉及的重点技术领域均涵盖了固液共存界面控制技术、电阻率精准控制技术、引晶技术等。相比大直径硅材料，8英寸半导体级硅晶体材料对晶体原生微缺陷率、面内电阻率均匀率、表面异物数量等多项指标要求更加严格，需控制单晶硅生长过程中的硅液温度、晶体成长速度等工艺参数，使其集中保持在较窄且稳定的工艺窗口内，以满足后续芯片制造的工艺要求。

从尺寸参数来看，目前国际领先的半导体级单晶硅片生产企业在12英寸领域的生产技术已较为成熟，研发水平已跃升至18英寸。我国尚处于攻克8英寸和12英寸轻掺低缺陷硅片规模化生产技术难关的阶段，上述两种大尺寸硅片相关技术尚待实现突破。从核心参数来看，目前国际上技术领先的硅片已用于生产7nm及以下先进制程的芯片工艺中，国内大规模化量产大尺寸硅片技术起步相对晚，多数集中在重掺低阻产品上，用作为厚膜外延片底板及之后的亚微米级制程芯片的生产中。

重掺硅片与轻掺硅片工艺不同之处主要体现在，重掺硅片需在重掺硅晶体材料制成的衬底片表面上生长一层几十微米到一百多微米不等的外延层，所以重掺单晶体衬缺陷要求较低。而轻掺硅片需要在外延层上生长一层几十微米厚度的外延层，对轻掺硅晶体材料的原生缺陷指标要求很高。目前从全球市场8英寸硅片总需求上看，轻掺硅片占全部需求的70-80%；在12英寸硅片总需求中，轻掺硅片占比近100%。

公司以生产技术门槛高，市场容量比较大的轻掺低缺陷抛光硅片为目标，致力于满足该产品的国内需求。轻掺低缺陷硅片主要用于低电压高性能电子产品，如手机等；而重掺硅片则用于高电压产品，如充电器、家用电器、交通设备、通信设备等。低压产品的设计线宽更小，对硅片内在缺陷的控制要求更高，且硅片表面一般不做或只做很薄的外延层。轻掺低缺陷抛光硅片可以应用于8英寸相对高端的产品制程，拥有较高的附加价值。从全球市场8英寸硅片总需求上看，轻掺硅片占全部需求的70-80%；在12英寸硅片总需求中，轻掺硅片占比几近100%。公司8英寸轻掺低缺陷硅片产品对标日本信越化学公司生产的同类硅片。该款硅片目前市场份额相对较高，因销售地区、付款条件、客户策略等差异略有不同。

报告期内，公司半导体级8英寸轻掺低缺陷抛光硅片完成了第一阶段月产能50,000片的设备安装调试工作，产线于2021年1月打通，工艺趋向稳定，产能逐渐爬升。

良率方面，公司成功完成半导体级轻掺低缺陷硅晶体生长的工艺研发，并持续提升晶体缺陷率控制能力；在当前试生产和为客户送样认证的情况下，大多数的技术指标和良率已经达到或基本接近业内主流大厂的水准。

评估认证方面，公司的8英寸测试硅片已经通过了某些国内客户的评估认证；同时，8英寸轻掺低缺陷高阻硅片，正在客户端评估中，进展顺利；另外，公司完成了与国内主流客户在技术难度较高的8英寸硅片上的规格对接工作，并启动了后续的评估送样工作。

## 2021 年度报告摘要

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 | 1,489,085,744.17 | 1,348,567,761.67 | 10.42 | 384,648,253.60 |
| 归属于上市公司股东的净资产 | 1,414,176,574.03 | 1,211,846,637.14 | 16.70 | 360,704,903.17 |
| 营业收入 | 473,890,118.61 | 192,097,477.36 | 146.69 | 188,586,021.47 |
| 归属于上市公司股东的净利润 | 218,442,472.45 | 100,276,468.28 | 117.84 | 76,949,820.93 |
| 归属于上市公司股东的扣除非经常性损益的净利润 | 214,126,167.39 | 89,644,425.04 | 138.86 | 76,184,570.27 |
| 经营活动产生的现金流量净额 | 189,125,285.87 | 144,923,040.49 | 30.50 | 112,865,178.26 |
| 加权平均净资产收益率(%) | 16.64 | 9.62 | 增加7.02个百分点 | 22.16 |
| 基本每股收益(元/股) | 1.37 | 0.65 | 110.77 | 0.64 |
| 稀释每股收益(元/股) | 1.37 | 0.65 | 110.77 | 0.64 |
| 研发投入占营业收入的比例(%) | 7.38 | 9.32 | 减少1.94个百分点 | 5.25 |

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 | 84,091,208.63 | 119,958,478.44 | 145,449,109.10 | 124,391,322.44 |
| 归属于上市公司股东的净利润 | 39,395,765.83 | 60,638,327.65 | 68,888,788.10 | 49,519,590.87 |
| 归属于上市公司股东的扣除