

深圳市民德电子科技股份有限公司

关于增资浙江晶睿电子科技有限公司

暨对外投资

可行性研究报告

二〇二一年六月

## 目录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第一节 项目概况 .....           | 3  |
| 一、项目内容 .....             | 3  |
| 二、项目背景 .....             | 3  |
| 三、项目主体 .....             | 4  |
| 第二节 项目实施的必要性与可行性分析 ..... | 16 |
| 一、半导体硅片行业分析 .....        | 16 |
| 二、项目实施的必要性 .....         | 27 |
| 三、项目实施的可行性 .....         | 28 |
| 第三节 项目投资方案 .....         | 30 |
| 一、标的公司项目规划 .....         | 30 |
| 二、民德电子项目投资方案 .....       | 31 |
| 第四节 项目风险分析 .....         | 36 |
| 第五节 项目效益评价 .....         | 37 |
| 第六节 项目可行性分析结论 .....      | 38 |

## 第一节 项目概况

### 一、项目内容

深圳市民德电子科技股份有限公司（以下简称“民德电子”或“公司”）拟使用现金 3,000 万元再次增资浙江晶睿电子科技有限公司（以下简称“晶睿电子”或“标的公司”），增资后民德电子持有标的公司 27.2727% 股权。标的公司拟增加注册资本 204.5455 万元，民德电子此次增资金额 3,000 万中，增资款 204.5455 万元计入标的公司实收资本，其余增资款 2,795.4545 万元计入标的公司资本公积。

晶睿电子主营业务为 6、8、12 英寸高性能硅外延片的研发、制造和销售，并同时开展硅基 GaN 和 SiC 外延的研发和小批量生产。

项目实施后，民德电子与晶睿电子战略合作关系进一步深化，民德电子功率半导体 Smart IDM 模式得到进一步巩固。通过布局半导体硅片业务，深化公司半导体产业链战略布局，加强公司功率半导体产业供应链安全稳定，提升公司功率半导体设计业务产品开发效率，最终提升公司整体产业竞争力。

### 二、项目背景

公司自上市以来，逐步确立功率半导体产业为公司第二产业，且致力于构建功率半导体产业的 Smart IDM 模式。2018 年 6 月，公司通过全资收购深圳市泰博迅睿技术有限公司，进入半导体元器件分销行业；2020 年 6 月，公司通过控股收购广微集成（深圳）技术有限公司，进入功率半导体设计行业；2020 年 7 月，公司参股投资浙江晶睿电子科技有限公司，布局半导体硅片行业。

硅片作为功率半导体产业链的上游，是生产制造各类半导体产品的载体，也是半导体行业最核心的基础产品，市场非常广阔。据 SEMI 统计，2020 年全球半导体硅片销售额 112 亿美元。虽然全球领域五家龙头企业占据九成以上市场份额，但中国市场仍处于快速发展阶段，尚未形成垄断格局。中国作为全球最大的半导体产品终端市场，预计未来随着中国芯片制造产能的持续扩张，中国半导体硅片市场的规模将继续以高于全球市场的速度增长。

晶睿电子设立于 2020 年 5 月，主营业务为 6、8、12 英寸高性能硅外延片的研发、制造和

销售，并同时开展硅基 GaN 和 SiC 外延的研发和小批量生产。晶睿电子项目为“老团队，新平台”，以张峰博士为首的核心技术团队，是国内最早从事半导体大硅片技术攻关的技术骨干，承接过一系列与大硅片有关的国家技术攻关项目，见证了中国大硅片生产技术的演进和发展。该团队有丰富、成熟的大硅片产业化经验，行业上下游资源积淀深厚，对半导体以及大硅片产业的发展趋势和技术迭代路线有着清晰、深刻的理解。

自 2020 年 7 月公司首次增资晶睿电子以来，晶睿电子项目进展顺利，且市场需求日益旺盛。晶睿电子项目自开工建设以来，受到浙江省政府和丽水市政府的高度重视和大力支持，2021 年春节期间也保持正常施工，项目建设已进入尾声，所有设备均已采购完毕且陆续进场，项目整体进度较计划略有提前；2020 年 11 月，丽水丽湖企业管理有限公司（系浙江丽水市政府和湖州市政府的投资平台企业）增资晶睿电子 8,000 万元；此外，自 2020 年下半年以来，半导体行业供应链日益紧张，硅片行业也同样面临供不应求的局面，行业龙头企业多次提价，下游意向客户纷纷询问晶睿电子硅片投产时间，并表达试样及采购意愿。

基于进一步深化公司功率半导体 Smart IDM 模式的战略意图，以及对晶睿电子项目的持续看好，民德电子与晶睿电子实控人张峰博士就本次增资事项进行沟通协商，最终一致同意本次合作方案。后续合作各方将紧密合作，整合资源，协同发展，实现共赢。

### 三、项目主体

#### （一）投资方—深圳市民德电子科技股份有限公司

民德电子成立于 2004 年 2 月，位于深圳市南山区高新区中区科技园工业厂房 25 栋 1 段 5 层（1）号，注册资本 10,890 万元。公司通过不断的努力发展，于 2017 年 5 月 19 日，在深圳证券交易所创业板挂牌上市，股票代码：300656，简称：民德电子。公司主要从事条码识别设备的研发、生产和销售业务，以及半导体设计和分销业务。

为产业长远与可持续发展考虑，公司经营团队自上市以来积极探索并布局第二产业——功率半导体产业，逐渐形成了“深耕条码识别，聚焦功率半导体”的公司战略，并构建起“条码识别+功率半导体”双产业成长曲线，如下图所示。

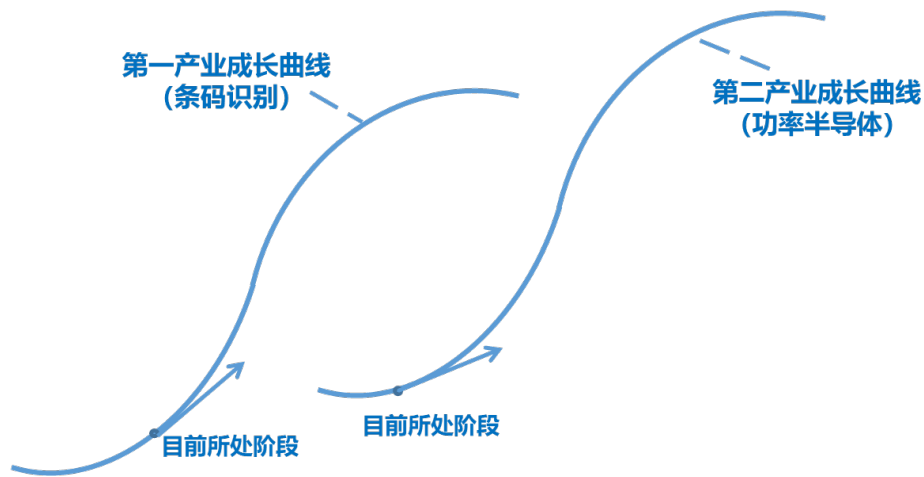


图 1-1 民德电子“条码识别+功率半导体”双产业成长曲线

## （二）标的公司—浙江晶睿电子科技有限公司

### 1、标的公司基本情况

标的公司晶睿电子成立于 2020 年 5 月，从事 6、8、12 英寸高性能硅外延片的研发、制造和销售业务，并同时开展硅基 GaN 和 SiC 外延的研发和小批量生产。晶睿电子的基本情况如下：

表 1-1 晶睿电子基本情况

| 项目       | 内容                                                                                                                                                     |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 中文名称     | 浙江晶睿电子科技有限公司                                                                                                                                           |
| 企业类型     | 有限责任公司(自然人独资)                                                                                                                                          |
| 统一社会信用代码 | 91331100MA2E3ENF7P                                                                                                                                     |
| 注册地址     | 浙江省丽水市莲都区南明山街道南明路 771 号                                                                                                                                |
| 法定代表人    | 张峰                                                                                                                                                     |
| 注册资本     | 3,545.4545 万元                                                                                                                                          |
| 实收资本     | 1,463.6363 万元                                                                                                                                          |
| 成立日期     | 2020 年 5 月 25 日                                                                                                                                        |
| 营业期限     | 长期                                                                                                                                                     |
| 经营范围     | 一般项目：电子专用材料研发；电子专用材料制造；电子专用材料销售；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广(除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动)。许可项目：技术进出口；货物进出口(依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以审批结果为准)。 |

## 2、标的公司股权结构

截至目前，晶睿电子股权结构如下图示：

表 1-2 本次增资前晶睿电子股权结构

| 序号  | 股东姓名（名称）        | 注册资本（万元）   | 持股比例（%） |
|-----|-----------------|------------|---------|
| 1   | 张峰              | 2,000.0000 | 56.4103 |
| 2   | 深圳市民德电子科技股份有限公司 | 818.1818   | 23.0769 |
| 3   | 丽水丽湖企业管理有限公司    | 727.2727   | 20.5128 |
| 合 计 |                 | 3,545.4545 | 100.00  |

## 3、标的公司董事长及核心技术人员——张峰博士履历情况

张峰博士，男，生于 1970 年 1 月，中国国籍，无境外永久居留权。

张峰博士教育经历：

1988 年 9 月-1992 年 7 月，上海大学（原上海科学技术大学）电子材料与器件专业获学士学位；

1992 年 9 月-1995 年 3 月，上海大学电子材料与器件专业获硕士学位；

1995 年 3 月-1997 年 12 月，中科院上海冶金所材料物理专业获博士学位。

张峰博士主要社会职务：

2003 年 4 月-2008 年 4 月，担任共青团上海市委常委

张峰博士工作经历：

1998 年 1 月-2000 年 9 月，中科院上海冶金所担任助理研究员职务；

1998 年 8 月-1999 年 2 月，在香港中文大学电子工程系进行合作研究；

1999 年 7 月-2000 年 10 月，作为“洪堡”访问学者在德国海德堡大学物理学研究所工作；

2000 年 10 月-2006 年 3 月，中科院上海微系统与信息技术研究所研究员博导；

2001 年 8 月-2016 年 2 月，上海新傲科技股份有限公司经理、常务副总、总经理；

2016 年 3 月-2018 年 5 月，上海硅产业投资有限公司副总裁；

2020 年 5 月-至今，浙江晶睿电子科技有限公司总经理。

张峰博士科研项目经历：

表 1-3 张峰博士参与科研项目统计

| 时间                      | 项目名称                             | 担任角色 |
|-------------------------|----------------------------------|------|
| 2002 年                  | 国家 863 项目——光子集成 SOI 材料规模化生产技术    | 负责人  |
| 2007 年                  | 上海市学科带头人                         | 负责人  |
| 2001 年-2003 年           | 中国科学院“百人计划”SOI 材料与器件             | 负责人  |
| 2007 年 7 月至 2009 年 12 月 | 上海市经委引进技术的吸收与创新计划-8 英寸外延片        | 负责人  |
| 2005 年 1 月至 2008 年 12 月 | 上海市科教兴市重大产业科技攻关项目                | 骨干   |
| 2009 年 7 月至 2012 年 6 月  | 上海市高新技术产业化重大项目计划-高端硅基材料产品的开发和产业化 | 负责人  |
| 2010 年 1 月至 2012 年 12 月 | 国家科技重大项目 02 专项-200mm 外延片产品开发与产业化 | 负责人  |
| 2013 年 1 月至 2018 年 5 月  | 国家科技重大项目 02 专项-硅基 GaN 材料及核心器件的研究 | 负责人  |

张峰博士所获奖项及荣誉：

表 1-4 张峰博士获奖统计

| 获奖时间   | 奖项名称                |
|--------|---------------------|
| 2000 年 | 中科院“百人计划”           |
| 2006 年 | 上海市科学技术进步一等奖        |
| 2007 年 | 2004-2006 年度上海市劳动模范 |
| 2007 年 | 国家科学技术进步一等奖         |
| 2008 年 | 全国五一劳动奖章            |
| 2008 年 | 中国科学院杰出科技成就奖        |
| 2009 年 | 第十一届中国青年科技奖         |
| 2009 年 | 上海市领军人才             |
| 2013 年 | 上海市青年科技杰出贡献奖        |
| 2013 年 | 国务院政府特殊津贴           |

张峰博士发表论文 70 余篇，申请和授权 20 余项国家发明专利，1 项国际专利，先后培养了 10 余名博士和硕士研究生。

#### 4、标的公司经营模式

晶睿电子公司以研发、生产、销售 6、8、12 英寸硅外延片作为主，并同时开展硅基 GaN 和 SiC 外延的研发和小批量生产。

晶睿电子经营模式为：向上游供应商采购硅抛光片、特种气体等原材料，在抛光片上进行外延生长，长成硅外延片，销售给下游晶圆厂或者芯片设计公司。

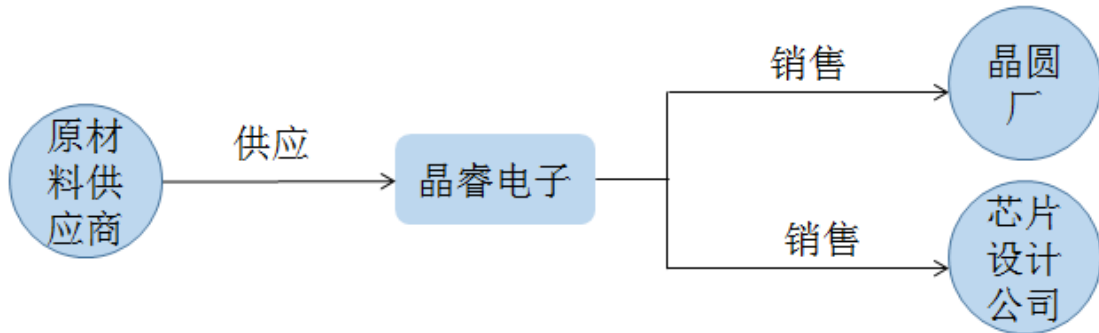


图 1-2 晶睿电子经营模式

#### 5、标的公司主要生产技术

晶睿电子团队掌握多种外延工艺：抛光片外延、埋层外延、高阻外延、多层外延、SiC 外延、GaN 外延，并可实现从单晶生长到外延的垂直整合，具有较强的研发能力。团队所掌握的工艺先进、高效，并联合国内设备厂家进行设备定制化开发，从而降低成本并提高生产效率。晶睿电子拥有强大的技术平台、丰富的营销经验和优秀的项目团队。团队负责人从事半导体材料行业 20 余年，其他核心成员也在半导体材料行业从业多年，对拉单晶、切磨抛、硅外延、化合物半导体积累了非常丰富的经验，同时在国际合作方面也具有丰富的资源。

具体外延工艺介绍如下：

##### （1）外延工艺

外延生长实质上是一种材料科学的薄膜加工方法，其含义是在一个单晶衬底上，沿着原来的结晶方向定向生长出与基底晶态结构相同或类似的晶态薄膜层。由于所生长的薄膜层是衬底晶格的延伸，所以叫做外延层。在外延生长过程中，一般要求能控制结晶的生长取向和杂质的含量，是产生具有特殊物理性质的半导体晶态薄膜层的重要方法。半导体单晶硅片的外延生长，目前国际上通常采用化学气相沉积方法，在单晶硅抛光片表面生长一层或多层，掺杂类型、电阻率、厚度和晶格结构都符合特定器件要求的新硅单晶层。外延技术可以减少硅片中因单晶生长产生的缺陷，具有更低的缺陷密度和氧含量。

## （2）埋层外延

埋层是指隐埋在硅片体内的高掺杂低电阻区，在制作集成电路之前预先“埋置”在晶片体内。一般双极型集成电路中需要增添埋层。由于双极型集成电路中晶体管的集电极必须从底层向上引出连接点，因而增加了集电极串联电阻，这不利于电路性能。为了减小集电极串联电阻，制作晶体管时在集电极下方先扩散一层隐埋层，从而为集电极提供电流低阻通道和减小集电极的串联电阻。

## （3）高阻外延

为了制造高频大功率器件，需要减小集电极串联电阻，即电阻率要低；同时，又要求材料能耐高压和大电流，即要求集电极电阻率要高，两者相矛盾。此时，通过外延工艺在低阻衬底上生长一层高阻外延层，器件制作在外延层上，这样外延层的高电阻率保证器件有较高的击穿电压，而衬底的低电阻率可以降低器件的串联电阻，可以很好地解决高频大功率器件的矛盾。

## （4）多层外延

由于外延生长时掺入杂质的类型、浓度都可以与衬底不同，因此当需要复杂多层结构衬底材料时，可以采用多层外延工艺来实现，从而得到多层不同掺杂类型、不同杂质含量、不同厚度、甚至不同材料的外延层，极大地增加了微电子器件和电路工艺的灵活性。

除了常规外延，晶睿电子主要产品还需要结合光刻的多层外延。超级结硅基 MOSFET 完美解决了硅基高压器件的耐压与导通电阻之间的矛盾，与传统平面高压 MOSFET 相比较具有很强优势，因为有广泛的市场应用前景。而多层外延的方式比沟槽的方案在可靠性方面有更明显的优势，同时伴随着超级结器件的不断优化和发展，后续多层外延技术在线宽尺寸、性价比方面将更具优势。

多层外延超级 MOSFET 的关键工艺技术则是 Pillar 的形成，这其中包括外延、对准标记的形成、注入前的氧化层、光刻、离子注入、高温推进等相关工艺。而外延生长与离子注入的次数与超级结 MOSFET 的工作电压和元胞尺寸（Pillar 大小）相关，电压越高，元胞尺寸越小，外延生长与离子注入的次数越多。

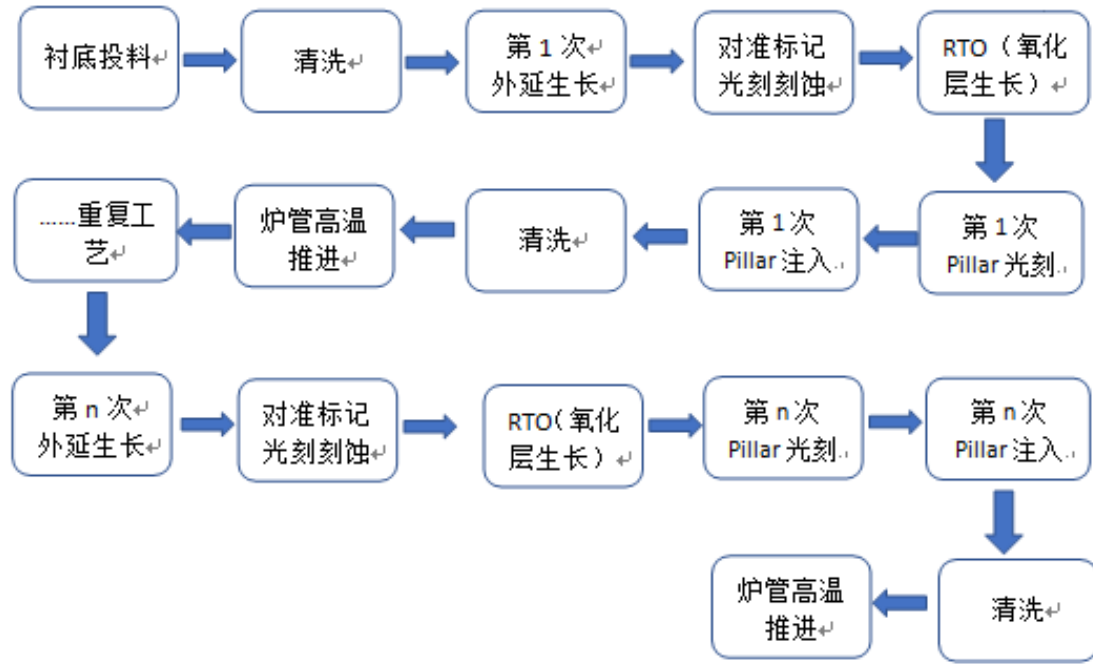


图 1-3 结合光刻的多层外延工艺流程图

#### （5）SiC（碳化硅）外延

SiC 作为新兴的第三代半导体材料，与传统 Si 材料相比具有宽带隙、高临界击穿电场、高热导率、高载流子饱和漂移速率等特点，在克服器件功率与频率之间的矛盾和提高半导体器件的耐高温能力、抗辐射能力等方面拥有巨大潜力。目前大部分的 SiC 器件并不是制造在升华法制备的晶体上，而是制造在外延层上。

SiC 器件与传统的 Si 基器件相比具有更快的开关特性、更高的工作温度、更高的电能转换效率。SiC 功率器件与 Si 功率器件结构类似，但可以突破 Si 基器件的电压与导通电阻之间矛盾关系的极限。SiC 功率器件可以使得泵、风机、压缩机及空调系统所使用的各类驱动电机变得更加高效、节能。另外，高纯半绝缘 SiC 少子寿命更长，并且可以有效减小外延层与衬底间的寄生电容，是制造高频大功率器件的优良衬底。以半绝缘 SiC 为衬底材料可以制备 SiC-MESFET、SiC-HEFET、GaN-HEMT 等器件，可以覆盖 X、S、L、UHF 等波段。

#### （6）GaN（氮化镓）外延

GaN 是 III / V 族直接带隙半导体，其禁带宽度为 3.4eV，是禁带宽度仅为 1.1eV 的硅的 3 倍。GaN 以其优异的物理、化学稳定性，宽的直接带隙，高饱和电子漂移速度，高临界击穿场强和高热导率等优越性能，成为短波长半导体光电子器件和高频、高压、高温微电子器件制备的优选材料。GaN 材料在自然界中缺少单晶材料，因而只能在蓝宝石、SiC、Si 等异质衬底上进行外延，通常采用氢化物气相外延、氨热法制备。目前 GaN 自支撑外延材料（free standing，

氮化镓衬底的氮化镓外延）的科研和产业化也有一定进展。

GaN 基材料在高亮度蓝、绿、紫和白光 LED 二极管，蓝、紫色激光器以及抗辐射、高温大功率微波器件等领域有着广泛的应用潜力和良好的市场前景。GaN 自支撑衬底在激光器上具有最大应用，可获得更高的发光效率及发光品质。在低噪声放大器（LNA）和射频开关领域，GaN 所取得性能已非常接近 GaAs 的增益/损失和噪声指数，同时能提供更高等级的功率处理能力。随着 GaN 产品数量的增加和成本的下降，预期 GaN 将在未来众多应用中替代 GaAs。

晶睿电子团队核心专家多年来专攻外延工艺，掌握的外延工艺不仅仅范围广，而且颇具深度，体现为不仅常规的抛光片外延良率高、产品指标（如均一性、电阻率控制）突出，在埋层外延、多层外延等复杂工艺上相比国内竞争对手也有一定的对比优势，其创始人多次在相关领域获得国家级、省级奖励或表彰。

## 6、标的公司主要生产工艺

硅外延片主要工艺流程图如下：

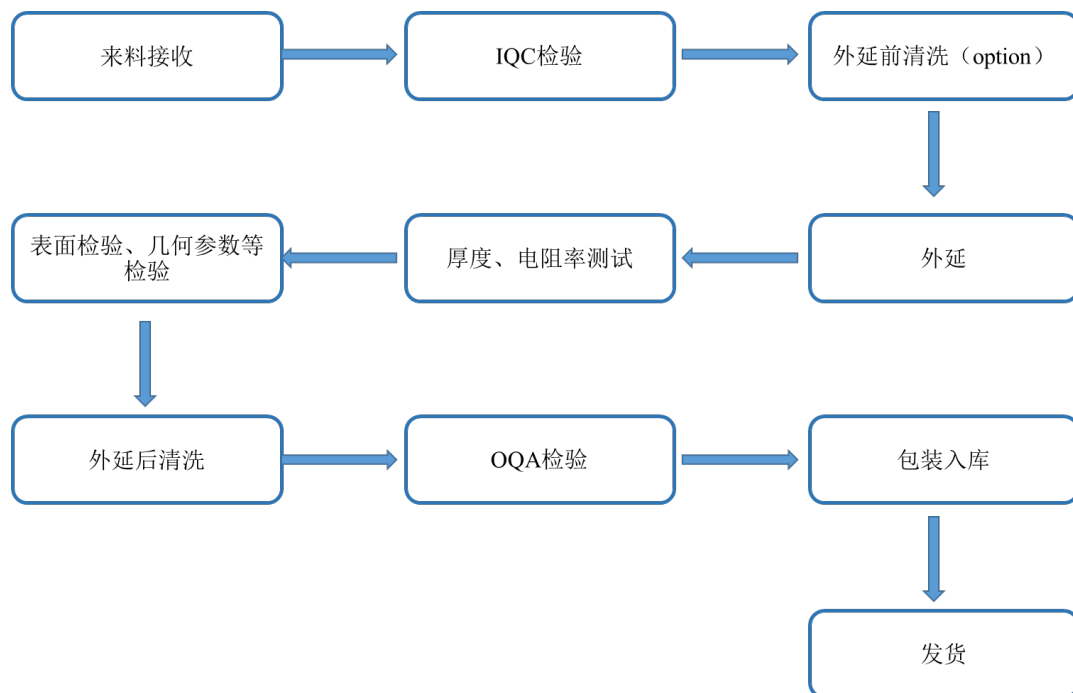


图 1-4 硅外延工艺流程图

工艺简介：

### （1）来料接收

根据采购订单和供应商的发货清单，由仓库接收来料。接收时核对采购硅片的品名和数量，确认外包装是否破损，有无撞击痕迹等。

### （2）IQC 检验（进料检验）

根据抽样频度及进料检验标准对衬底进行检查，以确保投入外延的衬底合格。检验内容包括硅片外观、表面几何参数和金属等。

### （3） 外延前清洗

根据来料情况和生产的产品要求，确定衬底是否需要外延前清洗。清洗后需进行颗粒测试检验。本步骤工艺使用盐酸、氢氟酸、氨水、双氧水，产生酸和碱，需中和处理。

### （4） 外延

用化学气相沉积（CVD）的方式在硅片表面形成一层高质量的单晶外延层薄膜。典型硅沉积反应式： $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Si} + 3\text{HCl}$ 。这是外延工艺中最关键的一道工序。本步骤工艺使用三氯氢硅、氯化氢、磷烷、硼烷、砷烷，产生酸，需中和处理。

### （5） 外延层厚度电阻率测试

根据测试频度对生产的产品进行抽样测试，以确保电性参数符合客户要求。

### （6） 表面检验、几何参数测试

通过人工和测试设备对所有的外延片的表面缺陷，比如颗粒、划伤、滑移线等等和表面几何参数以及表面金属等进行检验，以确保满足客户的要求，

### （7） 外延后清洗

为了确保产品颗粒和金属水平，并防止水汽的产生，外延后的产品需进行清洗。本步骤工艺使用盐酸、氨水、双氧水，产生酸和碱，需中和处理。

### （8） OQA 检验（出厂检验）

对生产检验完成的产品，由质量部 OQA 部门进行抽测，以确保发货产品满足客户要求。

### （9） 包装入库

对 OQA 检查合格的产品进行包装作业，贴付外标签。包装的目的是为了保证产品的清洁度和干燥度。包装完成后进行入库作业，将产品交付仓库。

### （10） 发货

仓库根据发货单，对需要发货产品进行装箱，同时核对质量部提供的 COA，无误后打印装箱单后进行发货。

## 7、标的公司的财务情况

因标的公司晶睿电子仍在项目阶段，尚未投产，因此尚未形成销售收入。晶睿电子近一年一期主要财务数据如下：

表 1-5 晶睿电子近一年一期主要财务数据（单位：人民币元）

| 项目   | 2021 年 1-4 月（经审计）    | 2020 年度（经审计）          |
|------|----------------------|-----------------------|
| 营业收入 | 0                    | 0                     |
| 营业利润 | -448,731.03          | -753,930.87           |
| 利润总额 | -448,730.58          | -753,930.87           |
| 净利润  | -339,019.94          | -565,995.65           |
| 项目   | 2021 年 4 月 30 日（经审计） | 2020 年 12 月 31 日（经审计） |
| 资产总额 | 162,038,893.07       | 150,750,313.62        |
| 负债总额 | 11,943,908.66        | 316,309.27            |
| 净资产  | 150,094,984.41       | 150,434,004.35        |

注：晶睿电子 2020 年及 2021 年 1-4 月的财务数据已经天衡会计师事务所（特殊普通合伙）审计并出具天衡审字（2021）02369 号《审计报告》。

#### 8、标的公司控股股东及实际控制人投资的其他企业

晶睿电子控股股东和实际控制人张峰博士投资的企业共有三家，除晶睿电子外，剩余两家为杭州华芯微企业管理合伙企业（有限合伙）和杭州华芯微科技有限公司。张峰博士投资的公司具体持股情况如下图所示：

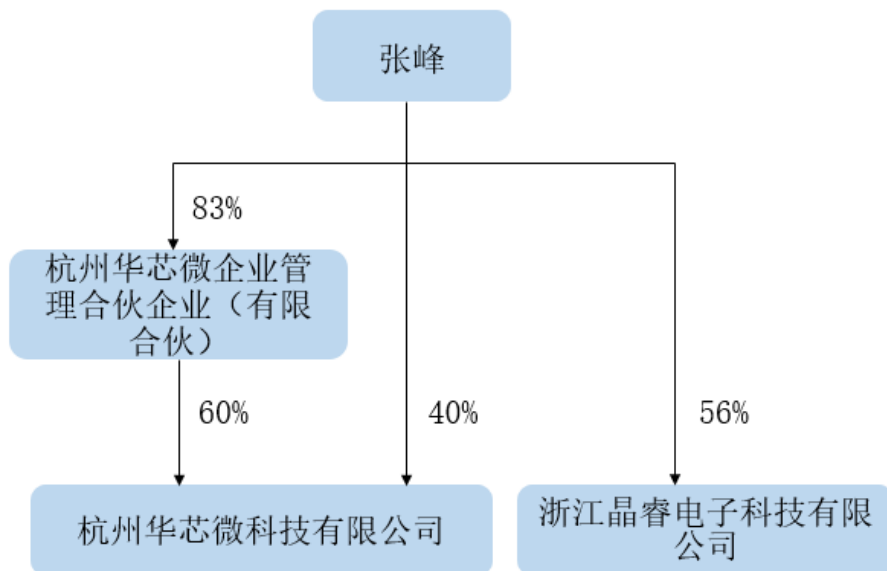


图 1-5 张峰博士投资公司的持股情况

## (1) 杭州华芯微企业管理合伙企业（有限合伙）

杭州华芯微企业管理合伙企业（有限合伙）成立于 2019 年 2 月，张峰博士持有 83% 的股权。杭州华芯微企业管理合伙企业（有限合伙）与晶睿电子不存在同业竞争关系。杭州华芯微企业管理合伙企业（有限合伙）基本情况如下：

表 1-6 杭州华芯微企业管理合伙企业（有限合伙）基本情况

| 项目       | 内容                                     |
|----------|----------------------------------------|
| 中文名称     | 杭州华芯微企业管理合伙企业（有限合伙）                    |
| 企业类型     | 有限合伙企业                                 |
| 统一社会信用代码 | 91330100MA2GK8372D                     |
| 注册地址     | 浙江省杭州大江东产业集聚区河庄街道江东村巧客小镇管理用 3 号楼西幢 101 |
| 执行事务合伙人  | 张峰                                     |
| 注册资本     | 1200 万元                                |
| 实收资本     | 180 万元                                 |
| 成立日期     | 2019 年 2 月 19 日                        |
| 营业期限     | 长期                                     |
| 经营范围     | 企业管理咨询服务，经济信息咨询服务，商务信息咨询服务             |

## (2) 杭州华芯微科技有限公司

杭州华芯微科技有限公司成立于 2019 年 2 月，主营业务为 MOSFET 等功率器件的设计、生产和销售，与晶睿电子不存在同业竞争关系。张峰博士直接持有杭州华芯微科技有限公司 40% 的股权，通过杭州华芯微企业管理合伙企业（有限合伙）间接持有杭州华芯微科技有限公司 49.8% 的股权，合计持有杭州华芯微科技有限公司 89.8% 的股权。杭州华芯微科技有限公司基本情况如下：

表 1-7 杭州华芯微科技有限公司基本情况

| 项目       | 内容                                                                                                                  |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 中文名称     | 杭州华芯微科技有限公司                                                                                                         |
| 企业类型     | 有限责任公司(自然人投资或控股)                                                                                                    |
| 统一社会信用代码 | 91330100MA2GKA5F6U                                                                                                  |
| 注册地址     | 浙江省杭州大江东产业集聚区河庄街道江东村巧客小镇管理用房 3 号楼西幢                                                                                 |
| 执行事务合伙人  | 张峰                                                                                                                  |
| 注册资本     | 2,000 万元                                                                                                            |
| 实收资本     | 250 万元                                                                                                              |
| 成立日期     | 2019 年 2 月 22 日                                                                                                     |
| 营业期限     | 长期                                                                                                                  |
| 经营范围     | 电子元器件、电子产品、集成电路制造、研发、设计、销售并提供技术咨询、技术服务、成果转让；自营和代理各类商品及技术的进出口业务（国家限定企业经营或禁止进出口商品和技术除外）**（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动） |

晶睿电子系本公司联营企业，为公司关联方。

本次追加投资构成关联交易，公司将按照《公司章程》、《深圳市民德电子科技股份有限公司关联交易管理制度》相关规定，履行相应审议程序。

## 第二节 项目实施的必要性与可行性分析

### 一、半导体硅片行业分析

#### （一）晶睿电子业务概述

晶睿电子主营业务为 6、8、12 英寸高性能硅外延片的研发、制造和销售，并同时开展硅基 GaN 和 SiC 外延的研发和小批量生产。

半导体硅片的产业链上游是多晶硅制造业，产业链下游主要是集成电路与分立器件制造业。半导体硅片属于半导体产业的核心基础材料，是生产制作包括集成电路、半导体分立器件等在内的各类半导体产品的载体。

#### （二）行业的国内外市场情况

##### 1、半导体硅片简介

目前，半导体材料分为三代，包括以硅（Si）、锗（Ge）等为代表的第一代基础性半导体材料，以砷化镓（GaAs）、磷化铟（InP）等为代表的第二代功能性化合物半导体材料，以及以碳化硅（SiC）、氮化镓（GaN）等为代表的第三代宽禁带（高能）半导体材料。

硅材料可以生长为大尺寸高纯度晶体，且储量丰富、价格低廉，故而成为全球应用最广泛、最重要的半导体基础材料。目前全球半导体市场中，90%以上的芯片和传感器都是基于硅材料制造而成。

在自然界中，硅主要以二氧化硅和硅酸盐的形式存在于矿物、岩石中。二氧化硅经过化学提纯，成为多晶硅。多晶硅根据其纯度由低到高，一般可以分为冶金级、太阳能级和电子级。其中，电子级多晶硅的硅含量最高，一般要求达到 99.9999999%至 99.999999999%(9-11 个 9)，也是生产半导体硅片的基础原料。

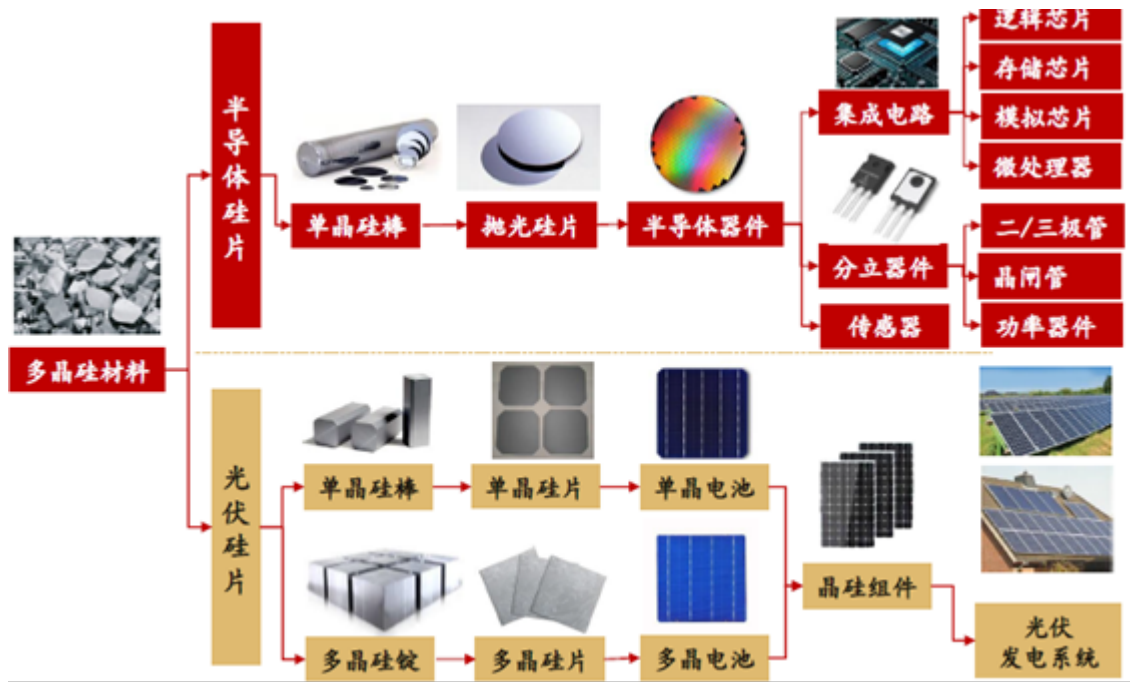


图2-1 硅片材料应用领域  
(资料来源：华西证券研究所)

电子级多晶硅通过在单晶炉内的培育生长，生成硅单晶锭，这个过程称为晶体生长。半导体硅片则是指由硅单晶锭切割而成的薄片，又称硅晶圆（SiliconWafer）。通过在半导体硅晶圆上进行加工制作，从而形成各种电路元件结构，可以使其成为有特定功能的集成电路或分立器件产品。

## 2、半导体硅片分类

半导体硅片可以按照尺寸、工艺等方式进行划分。按照尺寸划分，一般可分为 12 英寸（300mm）、8 英寸（200mm）、6 英寸（150mm）、5 英寸（125mm）、4 英寸（100mm）等规格；按照工艺划分，一般可分为硅研磨片、硅抛光片、硅外延片等，其中以硅抛光片和硅外延片为主。

### （1）按尺寸分类

12 英寸硅片通常用于 90nm 以下半导体制程，需求来源于逻辑芯片（CPU、GPU）、存储芯片、FPGA 与 ASIC 等高端领域。

6 英寸、8 英寸硅片通常用于 90nm 以上半导体制程，需求来源于功率器件、电源管理器、MEMS、显示驱动与指纹识别芯片领域。

各尺寸硅片所对应的芯片制程及应用领域如下图示：

| 尺寸           | 制程            | 应用领域                                          |
|--------------|---------------|-----------------------------------------------|
| 12英寸<br>先进制程 | 7nm           | 高端智能手机处理器、高性能计算机、超高端显示卡（CPU、GPU等）             |
|              | 10nm          | 高端智能手机处理器、高性能计算机、超高端显示卡（CPU、GPU等）             |
|              | 16/14nm       | 高端显示卡（GPU）、智能手机处理器、高端存储芯片、计算机处理器、FGPA芯片等      |
|              | 20-22nm       | 存储芯片、中低端智能手机处理器、计算机处理器、移动端影像处理器等              |
| 12英寸<br>成熟制程 | 28-32nm       | Wi-Fi/蓝牙通信芯片、音效处理芯片、存储芯片、FPGA芯片、ASIC芯片等       |
|              | 45nm-65nm     | DSP处理器、影响传感器、射频ixnp、WiFi/蓝牙/GPS/NFC通信芯片、存储芯片等 |
|              | 65nm-90nm     | 物联网MCU芯片、射频芯片、模拟芯片、功率器件等                      |
| 8英寸          | 90nm-0.13μm   | 汽车MCU芯片、基站通信设备、物联网MCU芯片、射频芯片、模拟芯片、功率器件等       |
|              | 0.13μm-0.15μm | 指纹识别芯片、影像传感器、通信MCU、电源管理芯片、功率器件、LED驱动IC、传感器芯片等 |
|              | 0.18μm-0.25μm | 影像传感器、嵌入式非易失性存储芯片等                            |
| 6英寸          | 0.35μm-0.5μm  | MOSFET功率器件、IGBT等                              |
|              | 0.5μm-1.2μm   | MOSFET功率器件、IGBT等、MEMS、分立器件                    |

图2-2各尺寸硅片对应芯片制程和应用领域

（资料来源：华西证券研究所）

硅片尺寸朝向 12 英寸演进为主流趋势，但 6 英寸、8 英寸硅片在部分领域依然具有应用优势：硅片尺寸越大，可制造芯片数量就越多，使得单位芯片成本下降，因此全球先进制程皆采用 12 英寸硅片；但是，6 英寸、8 英寸需求量也同时增长，在部分功率器件和传感器领域，6 英寸、8 英寸硅片的经济效益较高。

## （2）按工艺分类

硅研磨片是指对硅单晶锭进行切割、研磨等加工得到的厚度小于 1mm 的圆形晶片，是制作硅抛光片及硅外延片的中间产品，也可以用于制作分立器件芯片。

硅抛光片由硅研磨片经过后续抛光、清洗等精密加工而成，主要应用于集成电路和分立器件制造。硅抛光片按照掺杂程度不同分为轻掺硅抛光片和重掺硅抛光片，掺杂元素的掺入量越大，硅抛光片的电阻率越低。轻掺硅抛光片广泛应用于大规模集成电路的制造，也有部分用作硅外延片的衬底材料。重掺硅抛光片一般用作硅外延片的衬底材料。

硅外延片是指在硅单晶衬底上外延生长一层或多层硅单晶薄膜的材料，用于制造半导体分立器件和集成电路。根据衬底片的掺杂浓度不同，分为轻掺杂衬底外延片和重掺杂衬底外延片。

### 3、全球半导体硅片市场情况

伴随电子信息技术不断发展及终端消费需求升级，全球半导体硅片市场不断增长，但受全球宏观经济波动影响呈现周期性调整。据 SEMI 统计，2020 年，即便受新冠疫情的冲击下，全球硅晶圆出货面积仍增长 5%，达到 12,407 百万平方英寸；另外，总营收与 2019 年持平，为 112 亿美元，接近 2018 年历史高峰。

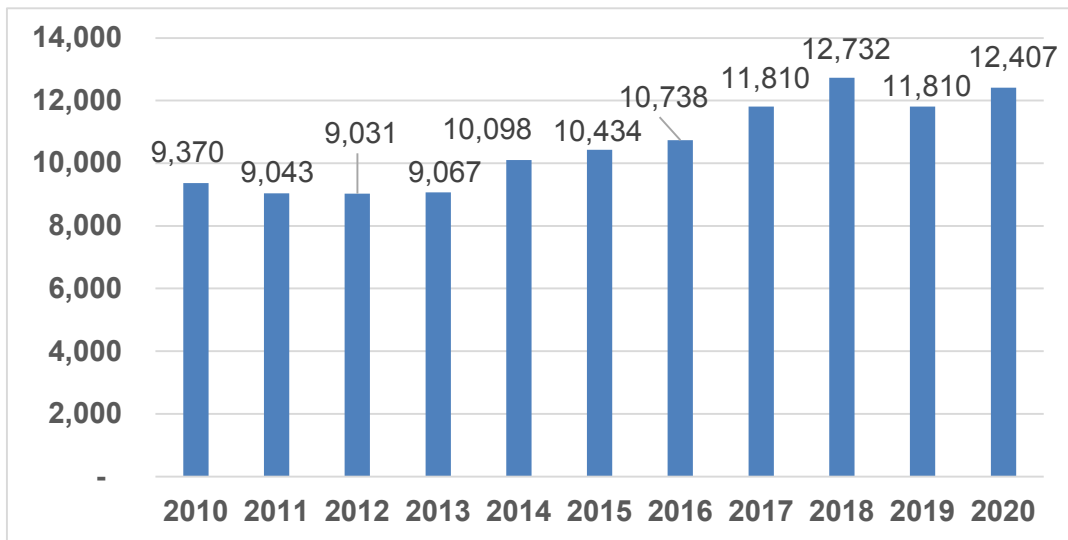


图2-3 2010-2020全球硅晶圆出货面积（单位：百万平方英寸）  
（资料来源：SEMI）

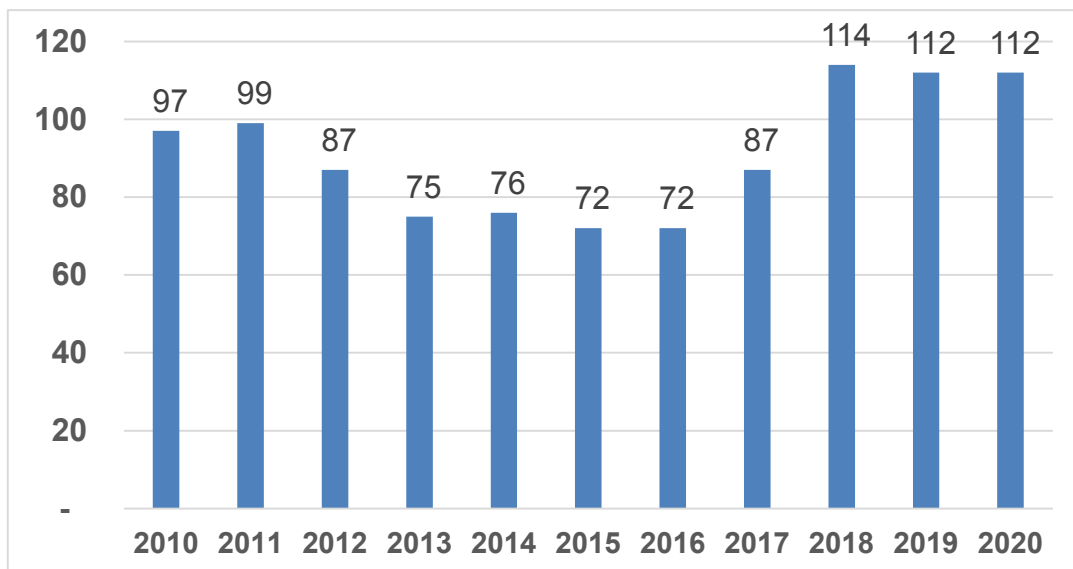


图2-4 2010-2020全球硅半导体硅片销售额（单位：亿美元）  
（资料来源：SEMI）

#### 4、我国半导体硅片市场情况

2010 年至 2013 年，中国大陆半导体硅片市场发展趋势与全球半导体硅片市场一致。2014 年起，随着中国各半导体制造生产线投产、中国半导体制造技术的不断进步与中国半导体终端产品市场的飞速发展，中国大陆半导体硅片市场步入了飞跃式发展阶段。2018 年至 2020 年，中国大陆半导体硅片销售额从 9.92 亿美元上升至 13.35 亿美元，年均复合增长率为 16.01%，远高于同期全球半导体硅片的年均复合增长率-0.93%。中国作为全球最大的半导体产品终端市场，预计未来随着中国芯片制造产能的持续扩张，中国半导体硅片市场的规模将继续以高于全球市场的速度增长。

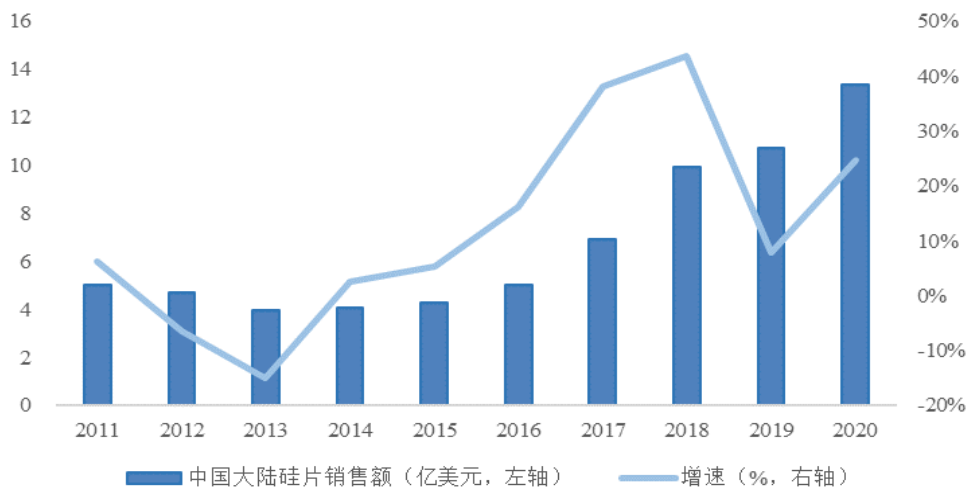


图2-5 中国大陆半导体硅片（不含SOI硅片）销售额和增速（单位：亿美元）  
（资料来源：SEMI）

### （三）行业竞争格局及主要生产企业

#### 1、全球市场情况

由于半导体硅片行业具有技术难度高、研发周期长、资金投入大、客户认周期长等特点，全球半导体硅片行业进入壁垒较高，行业集中度高，呈现寡头垄断格局。2020 年，全球前五大半导体硅片企业信越化学、SUMCO、Siltronic、环球晶圆、SK Siltron 合计销售额 109.16 亿美元，占全球半导体硅片行业销售额比重高达 89.45%。

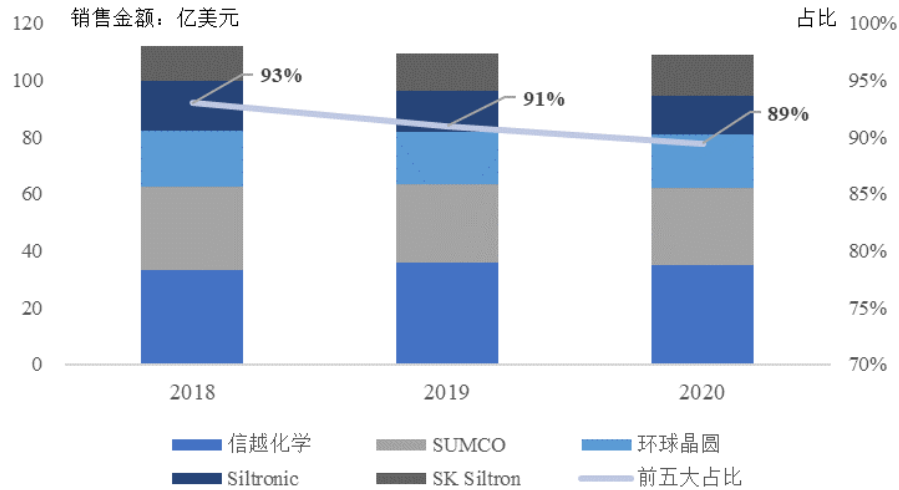


图2-6 2018年至2020年全球半导体硅片行业竞争格局  
(资料来源: SEMI、各公司公告)

## 2、我国市场情况

从我国市场来看, 由于我国从 20 世纪 90 年代才逐步开始加大对半导体产业的投入力度, 同国外发达国家相比整体起步较晚。而近年来, 大尺寸半导体硅片国产化成为我国半导体领域的重要战略目标和努力方向, 国内企业在 8 英寸及以下尺寸半导体硅片生产方面与国际先进水平的差距已得到较大程度的缩小, 但 12 英寸半导体硅片由于核心工艺技术难度更高, 尚无法实现大规模量产。

目前国内从事硅材料业务的公司主要包括沪硅产业、中环半导体、立昂微电子、超硅半导体、有研半导体、南京国盛、河北普兴等公司。其中部分硅片厂的产能具体如下表所示:

表2-1 截止2020年4月国内部分硅片制造商的产能情况 (含抛光片&外延片)

| 公司名称  | 地点  | 目前产能 (万片/月) |     | 规划产能 (万片/月) |     |     |
|-------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-----|
|       |     | 8寸 (含折合)    | 12寸 | 8寸          | 12寸 | 18寸 |
| 沪硅产业  | 上海  | 24          | 15  | 36          | 60  |     |
| 中环半导体 | 天津  | 30          | 2   | /           | /   |     |
|       | 无锡  | /           | /   | 75          | 50  |     |
| 立昂微电子 | 衢州  | 12          | /   | 40          | 12  |     |
| 超硅半导体 | 上海  | 12          | 3   | /           | 30  | 1   |
|       | 重庆  | /           | /   | 50          | 5   |     |
|       | 成都  | /           | /   | /           | 50  |     |
| 有研半导体 | 德州  | /           | /   | 15          | 30  |     |
| 南京国盛  | 南京  | 11          | /   | /           | /   |     |
| 河北普兴  | 石家庄 | 15          | /   | /           | /   |     |
| 合计    |     | 78          | 20  | 216         | 237 | 1   |

(资料来源: 半导体行业观察、浙商证券研究所)

综上，半导体硅片市场在全球范围内呈现寡头垄断的格局；国内市场处于产业快速发展阶段，市场竞争相对充分，但尚未形成垄断格局，且 12 英寸硅片尚无大规模量产企业。

#### （四）行业发展趋势

##### 1、市场规模发展趋势

###### （1）全球硅片市场

受终端半导体市场需求上行影响，全球半导体晶圆制造产能也随之提升，2018 年全球硅晶圆产能为 1,945 万片/月，预计到 2022 年全球硅晶圆产能将上升至 2,391 万片/月，较 2018 年增长 22.93%，年均复合增长率为 5.3%。

根据 SUMCO 预测，未来 3-5 年内全球 12 英寸硅片的供给和需求依旧存在缺口，并且缺口会随着半导体周期的景气程度回暖而越来越大，至 2022 年将会有 100 万片/月的缺口。

12 英寸大硅片需求量快速增长，受益于半导体高端需求拉动：12 英寸大硅片主要用于 90nm 以下制程的集成电路芯片，例如逻辑芯片(GPA、CPU、FGPA)、存储芯片(SSD、DRAM)等先进制程的芯片，因此直接受益于智能手机、计算机、云计算、人工智能等终端半导体产品技术升级的需求拉动。

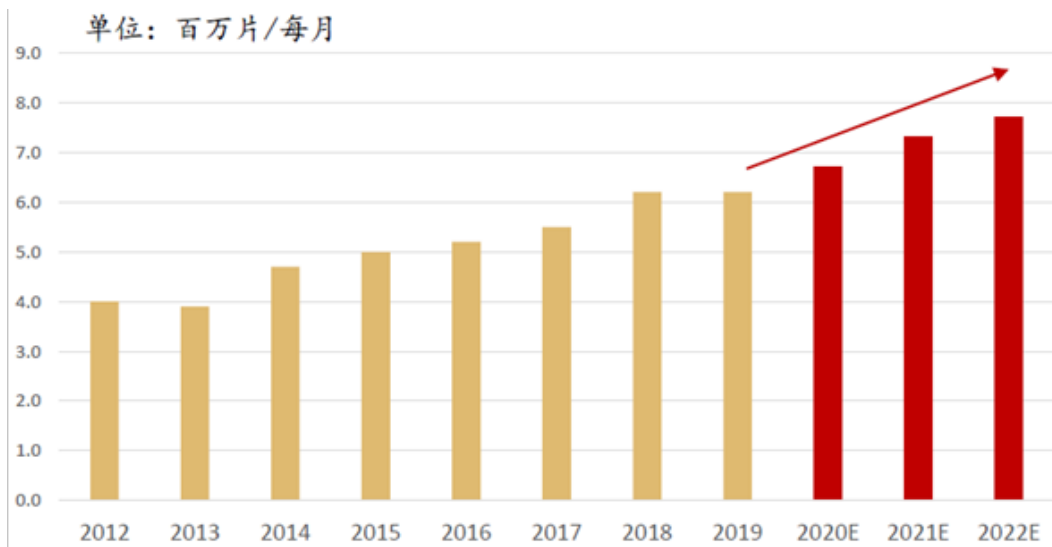


图2-7 全球12英寸大硅片需求量（2012-2022）

（资料来源：SUMCO、华西证券研究所）

8 英寸大硅片需求稳定增长，受益于特色工艺芯片的拉动：8 英寸硅片主要用于 90nm 以上制程的特色工艺芯片，包括模拟电路、射频芯片、嵌入式存储器、图像传感器等；此类芯片采用 8 英寸硅片的经济效益高于 12 英寸，主要驱动力来自汽车电子、工业电子等物联网应用增加。

8 英寸大硅片下游应用已开始加速：根据 SEMI 预测，2019 年-2022 年期间功率器件市场增速达到 23%，MEMS 传感器达到 18%，MCU/混合信号 IC/射频 IC/智能卡 IC 增速在 5-12% 之间。

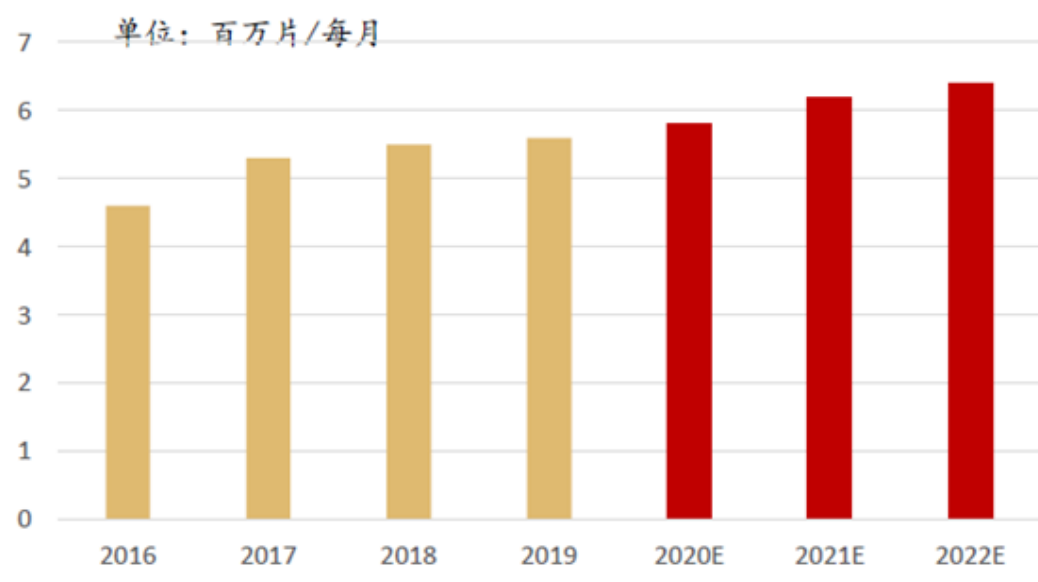


图2-8 全球8英寸大硅片需求量（2016-2022）

（资料来源：SUMCO、华西证券研究所）

## （2）国内硅片市场

中国大陆从建厂高峰逐渐跨越至扩产的时期到来，根据 SEMI 预测 2017 至 2020 年中国大陆拟新建晶圆厂占全球 42%。2020 年开始随着建设逐渐完成，设备搬入产线，晶圆厂开始进入试产到扩产的阶段，中国晶圆产能将迎来突破性的快速提升，对上游原材料会出现巨大需求。

据 SEMI 预计，到 2020 年，中国大陆晶圆厂装机产能达到每月 400 万片 8 英寸等效晶圆，与 2015 年的 230 万片相比，年均复合增长率为 12%，增长速度远远高过其他地区。

综上，随着全球半导体制造中心向中国不断转移，中国大陆芯片产能加速扩张，必将持续推动中国大陆硅片市场规模增速高于全球。

## 2、超越摩尔（More than Moore）技术路线

多年来，缩小特征尺寸和增大硅片直径一直是推动全球集成电路制造技术进步的两大要素。随着传统工艺和常规材料物理极限的逼近，以及研发成本的急剧上升，这一路线已经遇到越来越多的挑战。为此，ITRS（国际半导体技术蓝图）给出了三个大方向：“More Moore”、“More than Moore”、“Beyond CMOS”。“More Moore”要做的是想办法沿着摩尔定律的道路继续往前推进，即延续特征尺寸不断缩小的技术路线；“More than Moore”侧重于功能的多样化，即“非尺寸依赖”的特色工艺技术路线，主要产品覆盖功率器件、MEMS 传感器、CMOS 图像传感器

以及 RF 器件；“Beyond CMOS”要做的是发明在硅基 CMOS 遇到物理极限时所能倚重的新型器件，包括碳纳米管、石墨烯、自旋电子器件、分子开关等为代表的后 CMOS 技术路线。

基于中国半导体技术及供应链基础现状，晶睿电子主要深耕“More than Moore(超越摩尔)”技术路线，打造特色工艺，满足市场多样化需求。“超越摩尔”器件主要采用 6 英寸、8 英寸和 12 英寸（28nm 以上制程线宽）成熟制程晶圆。

以下对“More than Moore（超越摩尔）”技术路线及其市场做简要阐述：

所谓“超越摩尔”，即通过改变集成电路基础的晶体管结构（SOI、FIN-FET），各类型电路兼容工艺、先进封装（晶圆级封装、SiP、3D 多芯片封装）等技术，使一个系统级芯片能支持越来越多的功能，同样可以降低芯片的成本、提高电路的等效集成度。

“超越摩尔”定位的是多维度的特色工艺，具体可以从以下几个方面理解：（1）芯片系统性能的提升不再靠单纯的晶体管特征尺寸的缩小，而是更多地靠电路设计以及系统算法优化。（2）集成度的提高不一定要靠把更多模块放到同一块芯片上，而是可以靠封装技术来实现集成。（3）芯片的关键不仅仅是更高的性能，更可以是一些有用的新功能。

因为智能手机、智能穿戴设备、自动驾驶汽车等兴起后，“超越摩尔”的技术需求量越来越大。据麦姆斯咨询报道，2017 年，“超越摩尔”器件的晶圆需求达到了近 4,500 万片（等效 8 英寸晶圆）。到 2023 年，这一数字预计将超过 6,600 万片（等效 8 英寸晶圆），2017~2023 年期间将增长近 10%。其中，功率器件占据主导地位，2017 年功率器件晶圆市场的占比达到了“超越摩尔”器件总体市场的 60%以上，2017~2023 年期间的年均复合增长率（CAGR）预计达到 13%。

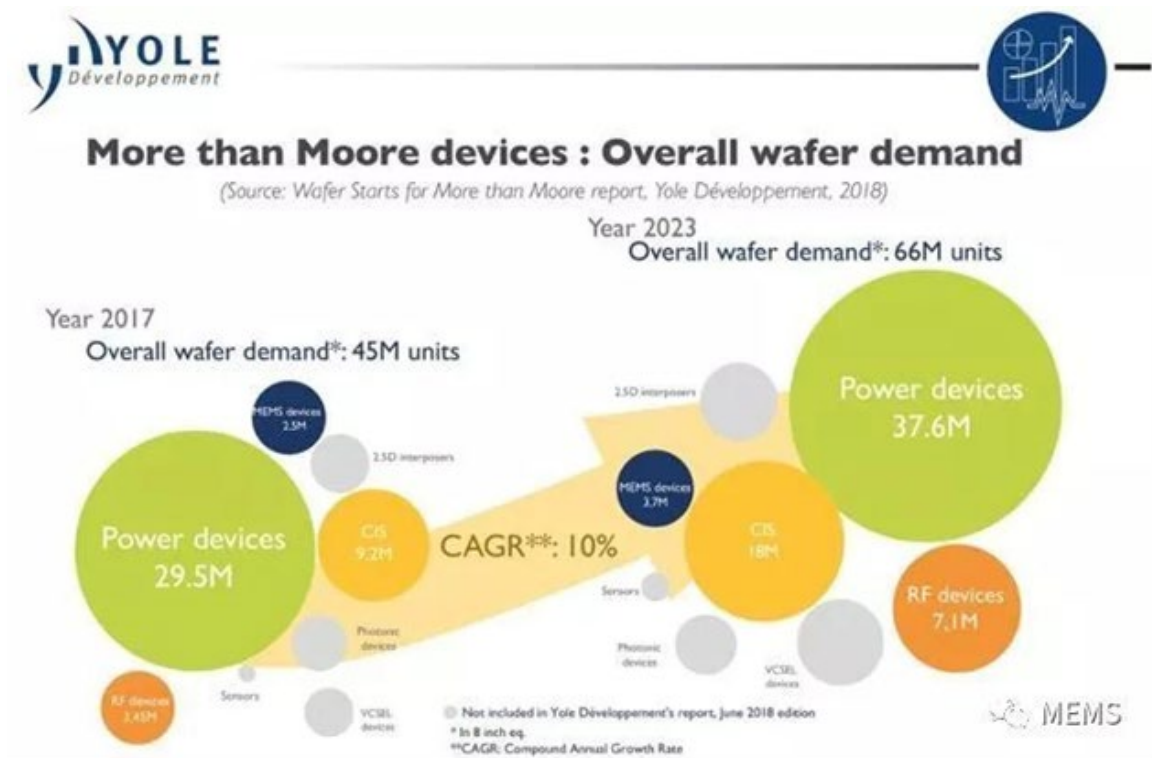


图2-9 2017~2023年“超越摩尔”器件晶圆需求（等效8英寸晶圆）

（资料来源：Yole Development）

## （五）影响行业发展的有利因素和不利因素

### 1、有利因素

#### （1）新能源革命将加大对半导体硅片的需求

“碳达峰、碳中和”战略将我国能源体系从传统上较弱的“资源属性”转变成了较强的“制造属性”。我国功率半导体产业势必伴随着能源系统和动力系统在中国“碳达峰、碳中和”的“双碳”战略目标导向下发生深刻而长远的历史性变革和国产化机遇。传统的能源系统和动力系统将从“碳基时代”迈向“硅基时代”，从而在能源生产侧实现“清洁替代”，在能源消费侧实现“电能替代”。以电为中心，以电力系统为平台，以清洁化、电气化、数字化、标准化为方向，构建清洁低碳、安全高效的能源体系，这将会直接推进社会格局的重塑再构和人类文明的跨代演进。伴随半导体在新能源革命中的广泛应用，对半导体硅片的需求也会大幅提升。

#### （2）国家产业政策的支持

半导体硅片行业是我国重点鼓励、扶持发展的产业。作为我国实施制造强国战略第一个十年的行动纲领，《中国制造 2025》明确指出，针对核心基础零部件（元器件）、先进基础工艺、关键基础材料和产业技术基础（统称“四基”）等工业基础能力薄弱现状，着力破解制约重点

产业发展的瓶颈。到 2020 年，40%的核心基础零部件、关键基础材料实现自主保障，受制于人的局面逐步缓解，到 2025 年，70%的核心基础零部件、关键基础材料实现自主保障，80 种标志性先进工艺得到推广应用，部分达到国际领先水平。而《工业“四基”发展目录（2016 年版）》将 8 英寸、12 英寸集成电路硅片列为新一代信息技术领域关键基础材料的首位。各监管部门通过制定产业政策和颁布法律法规，从鼓励产业发展、支持研究开发、加强人才培养、保护知识产权等各方面，对半导体硅片行业发展给予了大力扶持，并成立了国家集成电路产业投资基金，积极推动大尺寸半导体硅片的国产化进程。

### （3）国际半导体产业转移的影响

二十一世纪以来，国际半导体产业开始向亚洲发展中国家特别是中国大陆转移。根据 SIA 统计，2019 年全球半导体市场规模为 4,121 亿美元，中国大陆半导体市场规模为 1,141 亿美元，占全球比重为 27.69%，是目前全球最大的集成电路和分立器件市场。伴随着下游市场的蓬勃发展，国际半导体产能也正加速向中国大陆转移，大量国际大型半导体公司在中国大陆进行布局，与此同时国际半导体专业人才也正在流向中国大陆。中国大陆已经成为半导体产业转移的需求中心和产能中心，与发达国家和地区相比，目前中国大陆在半导体产业链的分工仍处于前期，半导体材料和设备行业将成为未来增长的重点。

### （4）产品格局的转换

在摩尔定律的影响下，半导体硅片正在不断向大尺寸的方向发展。伴随着硅片大尺寸化发展趋势，半导体硅片的产品格局正在发生变化。目前，国际市场上 12 英寸半导体硅片主要用于逻辑电路、存储器等半导体产品，而在模拟芯片、传感器及功率器件等领域，仍以 8 英寸及以下尺寸半导体硅片为主，8 英寸及以下尺寸的半导体硅片市场需求也十分旺盛。由于发达国家主要对 12 英寸半导体硅片进行投资，6 至 8 英寸半导体硅片已不再新增产能，这为我国硅片生产企业占领 8 英寸及以下尺寸半导体硅片市场份额提供了机会，有利于我国在超越摩尔技术路线的特色工艺产品上深挖突破。

## 2、不利因素

### （1）国际垄断已经形成

全球前五大半导体硅片企业均为拥有几十年半导体硅片研发、生产、销售历史的企业，掌握了先进的技术与生产工艺，特别是大尺寸半导体硅片的生产技术，且不轻易进行技术输出，与各大芯片制造企业也建立了紧密的合作关系。半导体硅片巨头产能和产量规模大，规模效应

较强，具备成本优势，并且对于全球硅片价格有着较高的影响力。这种格局不利于我国半导体硅片生产企业追赶先进技术水平、抢夺市场份额以及提升国际竞争力。

## （2）产业基础相对薄弱

我国半导体硅片产业发展起步较晚，在关键设备与硅单晶拉制、抛光、外延等核心技术上与国际先进水平存在较大差距。经过国内企业的多年努力，我国半导体硅片行业的技术水平有了显著提高，但整体而言与国际先进水平相比还存在一定差距，尤其在大尺寸、先进制程上落后明显。资金、技术、人才等壁垒也在很大程度上限制了我国半导体硅片行业的发展。此外，国内半导体硅片企业较为分散，与国外企业相比单体实力薄弱、科研投入有限，尚未能形成具有国际竞争力的企业。总体而言，我国半导体硅片产业仍处于快速成长期，仍需要大量的资源投入和时间积累形成坚实的产业基础。

## 二、项目实施的必要性

### （一）进一步巩固公司功率半导体 Smart IDM 模式

公司自上市以来，逐步确立了拓展功率半导体产业的企业战略。2018 年 6 月，公司通过全资收购深圳市泰博迅睿技术有限公司，进入半导体元器件分销行业；2020 年 6 月，公司通过控股收购广微集成（深圳）技术有限公司，进入功率半导体设计行业；2020 年 7 月，增资参股晶睿电子，布局半导体大硅片业务，初步构建起公司功率半导体 Smart IDM 模式。本次再次增资晶睿电子，将进一步加强彼此的产业链战略合作，巩固公司功率半导体 Smart IDM 模式。

### （二）进一步加强公司功率半导体产业供应链安全稳定

硅片是半导体制造过程中的最主要的原材料，且在原材料中成本占比最高。半导体为强周期性行业，上游原材料的稳定供应对于下游功率半导体设计企业尤为重要。尤其自 2020 年下半年以来，半导体硅片的供应日益紧张，诸多小型半导体设计企业受限于硅片供应而无法保障正常生产出货，且国内外半导体硅片行业龙头企业纷纷提价。本次再次增资晶睿电子，有助于确保公司功率半导体设计业务大硅片原材料供应的长期安全和稳定。

### （三）提升公司功率半导体设计业务产品开发效率

“特色工艺”在整个功率半导体产业链中扮演至关重要的作用，具体体现在：器件的独特设计、硅片的定制开发、晶圆厂特色工艺平台的开发、芯片的定制封装。一款新功率器件产品的开发，需要芯片设计企业调动硅片厂、晶圆厂、封装厂资源予以配合，进行合作定制化开发，

以满足客户需求。通过本次再次增资晶睿电子，公司在功率器件新产品开发方面，会得到硅片厂的高效支持，进一步提升公司功率半导体设计业务产品开发效率，增强公司功率半导体业务的市场竞争力。

### 三、项目实施的可行性

#### （一）市场空间广阔，国内尚未形成垄断格局

半导体硅片市场广阔，2020 年全球半导体硅片销售额达 112 亿美元。虽然全球领域五家龙头企业占据约 9 成以上市场份额，但中国市场仍处于快速发展阶段，尚未形成垄断格局。中国作为全球最大的半导体产品终端市场，预计未来随着中国芯片制造产能的持续扩张，中国半导体硅片市场的规模将继续以高于全球市场的速度增长。在技术方面，我国 12 英寸硅片生产技术与国外先进企业仍有明显差距，但在 8 英寸及以下特色工艺硅片生产技术上相对比较成熟，细分领域市场机会丰富。

#### （二）行业资深技术团队，具有丰富、成熟的产业化经验

以张峰博士为首的核心技术团队，是国内最早从事半导体大硅片技术攻关的技术骨干，承接过一系列与大硅片有关的国家技术攻关项目，见证了中国大硅片生产技术的演进和发展，有着丰富、成熟的大硅片产业化经验，在行业上下游有深厚的资源积淀，对半导体以及大硅片产业的发展趋势和技术迭代路线有着清晰、深刻的理解。基于项目团队过往成功产业化经验，本项目在技术实施方面有较高的可行性；此外，在市场开拓方面，项目团队在下游有着丰富、成熟的国内外客户资源，有助于其进行前期市场开拓。

#### （三）公司功率半导体设计业务为晶睿电子提供市场验证支持

硅片的销售前期验证周期较长，一般耗时数月。晶睿电子公司投产后，公司控股子公司广微集成将优先采购其硅片，协同晶圆代工厂进行制造工艺、技术参数的调试，争取在尽量短的时期内完成硅片测试验证，并向晶睿电子下单批量采购，支持其产量稳步提升。通过广微集成的批量采购和市场验证，逐渐形成市场口碑，有助于其他客户的开拓。

#### （四）丽水市政府给予优厚政策支持

晶睿电子项目得到项目所在地政府——浙江丽水市政府的大力支持：1）2020 年 11 月，丽水丽湖企业管理有限公司（系浙江丽水市政府和湖州市政府的投资平台企业）增资晶睿电子 8,000 万元；2）丽水市政府给予晶睿电子项目优厚招商政策，如根据建设进度返还一定比例土

地出让金、固定资产投资补贴、地方留存税收返还等；3）在项目建设期，丽水市政府积极协调国土、电力等部门，为项目如期建设提供保障。

#### **（五）项目基建步入尾声，即将启动试生产**

得益于晶睿电子团队丰富的项目建设和产业化经验，项目整体建设工作非常迅速和顺利。晶睿电子项目基建工程于 2020 年 11 月启动，经过前期科学合理规划和后续紧锣密鼓施工，截至目前，项目基建工程已步入尾声，关键生产设备外延炉、清洗机等已陆续进场安装、调试，计划于 2021 年 6 月启动试生产工作。

### 第三节 项目投资方案

#### 一、标的公司项目规划

##### （一）项目固定资产投资预测

基于项目后续投资整体性规划以及近期半导体硅片供不应求的市场情况，晶睿电子项目团队审时度势，基于长期发展考虑，对项目固定资产投资较初期预测有所增加。具体固定资产投资预测如下：

表 3-1 固定资产投资预测表

| 序号 | 名称      | 数量        | 总价（万元） | 备注             |
|----|---------|-----------|--------|----------------|
| 1  | 厂房设计    |           | 200    |                |
| 2  | 土地购置    | 100 亩     | 1,800  |                |
| 3  | 厂房建设    | 30,000 平米 | 7,500  |                |
| 4  | 洁净室     | 2,000 平米  | 6,000  |                |
| 5  | 纯水、废水   | 各一套       | 700    |                |
| 6  | 高低配电站   | 15,000KVA | 1,500  |                |
| 7  | 其它      |           | 1,000  |                |
| 8  | 生产、测试设备 |           | 12,000 | 20 台处延炉及配套测试设备 |
| 合计 |         |           | 30,700 |                |

##### （二）项目融资计划

截至目前，包括本次增资在内，晶睿电子项目已实施 2.2 亿元融资计划，具体如下：

表 3-2 晶睿电子融资计划

| 序号  | 投资方          | 投资金额（万元） | 备注                                                       |
|-----|--------------|----------|----------------------------------------------------------|
| 1   | 张峰及其团队       | 2,000    | 在 2025 年 12 月 31 日前缴足                                    |
| 2   | 丽水丽湖企业管理有限公司 | 8,000    | 已于 2020 年 11 月签署增资协议，并已支付 6,000 万元                       |
| 3   | 民德电子         | 9,000    | 已于 2020 年 7 月签署增资协议，并已支付 9,000 万元                        |
|     |              | 3,000    | 签署投资协议后于 2021 年 7 月 31 日前将 3,000 万元增资款分期支付至各方共同指定的银行账户专户 |
| 合 计 |              | 22,000   |                                                          |

后续，晶睿电子将根据项目进度需要，适时开展进一步股权融资和银行贷款等债权融资。

### （三）项目计划进度

晶睿电子项目计划进度如下：

表 3-3 晶睿电子项目计划进度

| 时间           | 主要进展                            |
|--------------|---------------------------------|
| 2021 年 6-7 月 | 完成厂房建设及内装，开始小批量生产               |
| 2021 年 12 月  | 全年购置并调试 20 台外延设备，预计年产销量达到 25 万片 |
| 2022 年 12 月  | 全年 20 台外延设备满产，预计年产销量达 100 万片    |
| 2023 年 12 月  | 全年 20 台外延设备满产，预计年产销量达 108 万片    |

## 二、民德电子项目投资方案

### （一）投资内容

民德电子拟使用现金 3,000 万元增资标的公司，增资后民德电子持有标的公司 27.2727% 股权。标的公司拟增加注册资本 204.5455 万元，民德电子此次增资金额 3,000 万中，增资款 204.5455 万元计入标的公司实收资本，其余增资款 2,795.4545 万元计入标的公司资本公积。

### （二）交易定价及说明

2020 年 11 月，丽水丽湖企业管理有限公司向晶睿电子增资 8,000 万，增资后晶睿电子估值为 3.9 亿元。本次民德电子增资晶睿电子的投前估值为 5.2 亿元，较晶睿电子上一轮融资估值提升了 1.3 亿元，溢价 33.33%。本次增资的估值较上一轮融资估值提升的主要考量如下：

#### 1、项目阶段更为成熟，项目可行性更高

民德电子于 2020 年 7 月首次增资晶睿电子时，该项目已完成项目方案的确认和前期筹备工作，项目地块已确定，并与浙江省丽水经济开发区管委会签署《电子级晶圆片、外延片制造项目合作框架协议书》，与丽水市绿色产业发展基金有限公司签署向晶睿电子增资 8,000 万元的《投资意向书》，项目已具备建设前的基本条件，但因土建工作尚未开展，设备尚未采购，后续融资存在不确定性，团队人员仍在陆续招募，因此，项目前景面临诸多挑战 and 不确定性。

本次民德电子增资晶睿电子时，晶睿电子项目已基本完成土建工作，工程建设进度较计划略有提前，所有设备均已采购完毕，且外延炉、清洗机等关键生产设备已陆续进场安装，丽水丽湖企业管理有限公司（系浙江丽水市政府和湖州市政府的投资平台企业）已于 2020 年 11 月

完成对晶睿电子 8,000 万元增资，团队关键岗位人员已陆续到岗，即将于 2021 年 6 月启动试生产工作。因此，晶睿电子项目阶段较前次增资时更为成熟，项目可行性更高。

## 2、项目市场环境持续利好，有望加速项目产品的验证销售

自 2020 年下半年以来，在居家生活及办公类消费电子、5G、数据中心、汽车电子、新能源等领域需求大幅增长的驱动下，半导体市场对晶圆制造产能的需求日益增加，而半导体硅片作为晶圆制造的关键原材料，其市场需求亦随之增长迅速，半导体硅片供应日益紧张。国内外半导体硅片品牌企业信越化学、沪硅产业、立昂微等纷纷多次宣布调涨产品价格，且均处于满负荷生产状态，产品交期也逐渐延长，半导体硅片的采购量成为不少芯片设计公司和晶圆厂产能限制的重要瓶颈。在当下半导体硅片供应日益紧张且半导体供应链国产化进程不断推进的形势下，晶睿电子项目启动投产恰逢其时，已有不少下游潜在客户向晶睿电子表达，希望能第一时间采购晶睿电子的样品予以验证，并尽早实现批量采购。因此，项目市场环境持续利好，将大幅缩短下游客户的产品验证周期，使得晶睿电子可以在 2021 年及早实现批量销售。

## 3、项目投资进度加快，业绩目标预测较之前明显提升

受益于持续增长的半导体硅片需求，项目团队审时度势，基于长期发展考虑，加大对项目的基建投资，并加快投资速度，原计划 2021 年和 2022 年分别购置 10 台关键生产设备外延炉，现调整为 2021 年底前购置 20 台外延炉，并在 2021 年底前达到满产状态，以尽早满足下游市场客户的订单需求。伴随投资进度加快，晶睿电子项目也将更早实现销售和收益，业绩目标预测较前次公司增资时有明显增长。2020 年 7 月公司增资晶睿电子时与本次 2021 年 6 月公司增资时，晶睿电子 2021~2024 年的收入额、净利润和毛利率目标预测具体对比如下：

表 3-4 晶睿电子 2021~2024 年业绩目标预测比较（2020 年 7 月与 2021 年 6 月）

| 项目      | 预测时点       | 2021 年度 | 2022年度 | 2023年度 | 2024 年度 | 合计     |
|---------|------------|---------|--------|--------|---------|--------|
| 收入额（万元） | 2020年7月预测值 | 2,280   | 15,390 | 20,520 | 26,367  | 64,557 |
|         | 2021年6月预测值 | 5,250   | 22,000 | 23,760 | 28,887  | 79,897 |
| 净利润（万元） | 2020年7月预测值 | -424    | 1,873  | 2,762  | 3,424   | 7,635  |
|         | 2021年6月预测值 | 62      | 3,726  | 4,237  | 4,494   | 12,519 |
| 毛利率     | 2020年7月预测值 | 0.26%   | 22.01% | 23.01% | 21.03%  | -      |
|         | 2021年6月预测值 | 9.25%   | 27.14% | 27.83% | 24.08%  | -      |

### （三）交易付款的约定

#### 1、付款前提条件

在民德电子支付增资款前，张峰、丽水丽湖企业管理有限公司、标的公司应确保完成以下事项：

- (1) 本次标的公司增资决议事项已获得标的公司相应权力机构审批通过并生效，张峰、丽水丽湖企业管理有限公司对本次增资放弃优先认购权；
- (2) 本协议已经由相关当事方有效及适当的签署；
- (3) 标的公司已在各方均认可的商业银行开立本次增资所需的银行账户专户；
- (4) 自本协议签署日至民德电子支付增资款前，没有发生对标的公司的财务状况、经营成果、资产、业务等重大不利影响的事件；
- (5) 张峰在所有重大方面履行和遵守本协议项下其应当履行或遵守的所有义务和承诺，其所提供给民德电子的所有信息和资料是真实、完整、合法并有效的。

## 2、付款方式

在满足上述付款的前提条件下，民德电子将于 2021 年 7 月 31 日前将 3,000 万元增资款分期支付至各方共同指定的银行账户专户，分期全部实缴所认缴的标的公司注册资金。上述增资款的分期支付，将保障标的公司项目建设进度及正常运营资金需求，具体缴付安排由民德电子、标的公司协商确定。

## 3、增资款监管

鉴于标的公司创立初期团队建设及公司内部治理和内控体系建设需要一定时间，为确保本次交易 3,000 万元增资款项使用的合规合理性，各方同意民德电子将 3,000 万元增资款分期支付至各方共同指定的银行账户专户，且由民德电子指定专人对该账户资金 Usage 情况进行监管，直至本次 3,000 万元增资款项全部支出为止。

原则上，对于标的公司正常土建、设备采购、日常经营款项支出，民德电子在审核该款项合规性后，均须予以审批支付。如民德电子在资金支付审核时发现重大风险，则由民德电子与张峰协商处理。

满足以下两种情形中的任意一种情形，民德电子取消对于上述银行账户专户资金的监管权限，由标的公司按其公司章程及财务管理规定进行相应资金支付审批：1) 该银行账户专户 3,000 万元增资款全部支出完毕，民德电子取消专户监管权限；2) 民德电子、张峰双方共同认定，标的公司已建立完备团队，公司内部治理及内控体系建设相对完善，民德电子出具书面认可说明，民德电子取消专户监管权限。

#### （四）资金来源

民德电子用于本次投资的资金来源为自筹资金。

#### （五）本次投资方案实施后标的公司的股权结构

##### 1、增资前股权结构

表 3-5 增资前晶睿电子股权结构

| 股东名称         | 注册资本（万元）        | 股权比例(%)       |
|--------------|-----------------|---------------|
| 张峰           | 2,000.00        | 56.4103       |
| 民德电子         | 818.18          | 23.0769       |
| 丽水丽湖企业管理有限公司 | 727.27          | 20.5128       |
| 合计           | <b>3,545.45</b> | <b>100.00</b> |

##### 2、增资后股权结构

表 3-6 增资后晶睿电子股权结构

| 股东名称         | 注册资本（万元）        | 股权比例(%)       |
|--------------|-----------------|---------------|
| 张峰           | 2,000.00        | 53.3333       |
| 民德电子         | 1,022.73        | 27.2727       |
| 丽水丽湖企业管理有限公司 | 727.27          | 19.3940       |
| 合计           | <b>3,750.00</b> | <b>100.00</b> |

#### （六）经营管理计划

##### 1、晶睿电子在增资完成后的管理架构设置

本次增资后，民德电子持有晶睿电子 27.2727%的股权，仍保持晶睿电子现有董事会成员设置，其中，民德电子有权推举 1 名董事。

##### 2、晶睿电子在增资完成后的主要经营计划

###### （1）主营业务

晶睿电子主营业务为 6、8、12 英寸高性能硅外延片的研发、制造和销售，并同时开展硅基 GaN 和 SiC 外延的研发和小批量生产。其主要产品包括在硅抛光片上的外延，器件工艺过程中的埋层外延，以及超级结硅基器件中的外延等。

###### （2）晶睿电子未来五年的经营业绩目标：

表 3-7 晶睿电子未来五年经营业绩目标

| 项目      | 2021 年度 | 2022年度 | 2023年度 | 2024 年度 | 2025 年度 | 合计      |
|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 收入额（万元） | 5,250   | 22,000 | 23,760 | 28,887  | 31,527  | 111,424 |
| 净利润（万元） | 62      | 3,726  | 4,237  | 4,494   | 5,184   | 17,703  |
| 毛利率     | 9.25%   | 27.14% | 27.83% | 24.08%  | 25.10%  | -       |

注：上述经营目标数据系晶睿电子管理层基于现有投资规模、项目建设进度、项目市场情况、项目产能达成计划、企业经营规划等所做出的预测，不代表晶睿电子盈利预测。

## 第四节 项目风险分析

### （一）项目执行风险

晶睿电子项目为“老团队，新平台”，团队在技术上有成熟产业化经验，且市场资源丰富。该项目目前已基本完成建设工程，但后续仍面临设备安装与调试、试生产、市场营销等环节，以及团队扩充、内部运营管理制度完善等任务，仍具有一定挑战与不确定性，存在项目执行过程风险。

防范措施：“凡事豫则立，不豫则废。”公司将督促项目团队积极做好项目执行计划，并快速迭代反馈，做好人才储备工作，在必要时公司将为项目公司提供相应资源输出和支持。

### （二）资金短缺风险

本项目固定资产投资金额约 3.07 亿元，目前已确定 2.2 亿元融资计划，后续晶睿电子将视项目进度开展股权和债权融资。如后续融资计划未能及时匹配项目推进进度，或项目实际资金需求明显超出预算，则标的公司有可能面临资金短缺风险，影响项目推进效率。

防范措施：本公司将积极督促项目团队做好项目投融资规划，并积极与后续潜在意向投资机构保持联系，为后续股权融资做好储备；另，标的公司将视需求，适当开展银行等债权融资工作。

### （三）市场开拓及周期性波动风险

半导体行业与宏观经济起伏关联度高，市场存在周期性波动风险。且半导体硅片产业从投产到客户验证、再到批量出货，要经历较长的周期。这将导致产品在开拓新客户新市场时将会面临较大的不确定性。

防范措施：做好前期客户沟通工作，整合上下游供应链资源，建立高效的反馈机制，及早地进行产品验证并尽量缩短验证周期。面对市场周期性波动风险，标的公司将利用自身技术优势，调整产品结构，确保产能的充分利用和市场销售的稳定。

### （四）项目投资损失风险

该标的公司仍处于项目建设阶段，项目在后续进入运营过程中仍存在一定的项目执行风险，进而有可能使得项目运营效益不达预期，造成项目投资损失风险。

防范措施：公司将积极关注项目进展，做好专户资金监管工作，在必要时给予资源支持，尽量避免投资损失风险。

## 第五节 项目效益评价

### （一）经营目标预测

晶睿电子未来 5 年的主要经营目标如下：

表 5-1 晶睿电子未来 5 年经营目标

| 项目      | 2021 年度 | 2022年度 | 2023年度 | 2024 年度 | 2025 年度 | 合计      |
|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 收入额（万元） | 5,250   | 22,000 | 23,760 | 28,887  | 31,527  | 111,424 |
| 净利润（万元） | 62      | 3,726  | 4,237  | 4,494   | 5,184   | 17,703  |
| 毛利率     | 9.25%   | 27.14% | 27.83% | 24.08%  | 25.10%  | -       |

注：上述经营目标数据系晶睿电子管理层基于现有投资规模、项目建设进度、项目市场情况、项目产能达成计划、企业经营规划等所做出的预测，不代表晶睿电子盈利预测。

下表列举了 3 家半导体硅片企业的收入和盈利能力水平，3 家半导体硅片企业平均毛利率为 22.76%。

表 5-2 同行业公司收入和盈利统计

| 公司              | 股票代码   | 财务年度   | 营业收入（万元）   | 净利润（万元）   | 毛利率    |
|-----------------|--------|--------|------------|-----------|--------|
| 沪硅产业            | 688126 | 2020 年 | 181,127.78 | 9,000.24  | 13.10% |
| 立昂微电子           | 605358 | 2020 年 | 150,201.78 | 21,527.09 | 35.29% |
| 中环股份<br>（半导体业务） | 002129 | 2020 年 | 103,896.34 | -         | 21.49% |
| 平均值             |        |        | 145,075.30 | -         | 22.76% |

注：中环股份主营业务包含新能源硅片材料业务和半导体硅片材料业务，上表仅呈现其半导体硅片材料业务收入和毛利率。

### （二）投资效益分析

根据上述经营目标预测，在未来的五年内晶睿电子收入预计将保持约 56.54%的年均复合增长率，净利润预计将保持约 202.39%的年均复合增长率，晶睿电子拥有较好成长性和盈利前景。项目实施后，将与公司半导体设计业务协同发展，进一步深化公司半导体产业的布局，增强公司产业竞争力。

综上，从财务分析角度看，该项目具有较好的可行性。

## 第六节 项目可行性分析结论

本次公司再次增资晶睿电子，契合民德电子的战略发展规划；有助于民德电子进一步深化功率半导体产业布局，巩固公司功率半导体产业 Smart IDM 模式，增强公司产业竞争力；有助于公司功率半导体设计业务与晶睿电子发挥协同效应，扩大经营规模，提升经营效率，从而拓展更广阔的市场空间。

综上所述，从国家政策、市场空间、公司战略布局、项目内容等角度来看，项目的实施是必要的、可行的。

深圳市民德电子科技股份有限公司董事会

二〇二一年六月一日