粤开证券 YUEKAI SECURITIES

投资策略研究

【粤开行业深度】第三代半导体上篇：衬底材料迭代，三因素支撑发展

2020 年 12 月 28 日

投资要点

分析师：陈梦洁
执业编号：S0300520100001
电话：010-64814022
邮箱：chenmengjie@ykzq.com

研究助理：姜楠宇
邮箱：jiangnanyu@ykzq.com

近期报告

《【粤开策略解盘】重磅发声提振市场情绪-1223》2020-12-23

《【粤开策略解盘】军工板块活跃的逻辑-1224》2020-12-24

《【粤开策略】2021 年转债市场展望及投资建议》2020-12-25

《【粤开策略解盘】需求政策共振，有色强势领涨-1225》2020-12-25

《【粤开策略大势研判】两会时间确定，跨年行情有何期待》2020-12-27

何为第三代半导体

第三代半导体中的“代”指的是半导体衬底材料的变化，并非指某一代更优。从材料分类看，第三代半导体材料主要有四类，包括（1）SiC ；（2）III 族氮化物（典型代表 GaN）；（3）宽禁带氧化物（典型代表 ZnO），用于压力传感器、记忆存储器、柔性电子器件，目前技术和应用不成熟，主要产品有发光二极管、激光、纳米发电机、纳米线晶体管、紫外探测器等；（4）金刚石，用于光电子、生物医学、航空航天、核能等领域的大功率红外激光器探测器，技术和应用还在开发中。**目前四类材料中以 SiC、GaN 两种材料为主，有三大主要下游应用，分别为光电子器件、电力电子器件，和微波射频器件。**

1、SiC

（1）性能：SiC 具备耐高压、耐高温、低能量损耗的特点，是全球最先进的第三代半导体材料，是卫星通讯、高压输变电、轨道交通、电劢汽车、通讯基站等重要领域的核心材料，被认为是 5G 通信晶片中最理想的衬底。以碳化硅为衬底制成的功率器件相比硅基功率器件具有优越的电气性能，高耐压、大功率特性，使其可用于制造 MOSFET、IGBT、SBD 等器件，用于新能源车、智能电网等行业。

（2）产业链：SiC 功率器件生产过程主要包括“单晶生产—外延层生产—器件制造”三大步骤，分别对应产业链的“晶圆衬底—外延片—器件和模组”三大环节。SiC 器件的主要成本是上游 SiC 衬底，在 SiC 器件价值链中占比为 50%。

（3）下游应用：SiC 的下游应用偏向 1000V 以上的中高电压范围。根据电阻率的差异，SiC 衬底可分为导电型和半绝缘型。在导电型 SiC 衬底上生长 SiC 外延层制得 SiC 外延片，主要应用于制造耐高温、耐高压的功率器件，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，市场规模较大；在半绝缘型 SiC 衬底上生长 GaN 外延层制得 GaN-on-SiC（碳化硅基氮化镓）外延片，可进一步制成微波射频器件，应用于 5G 通讯、雷达等领域，随着 5G 通讯网络的加速建设，市场需求提升较为明显。

（4）市场格局：目前 SiC 晶片市场主要由美、欧、日主导，中国企业开始崭露头角。2020 上半年全球半导体 SiC 晶片市场中，美国 CREE 出货量占据全球 45%；罗姆子公司 SiCrystal 占据 20%，II-VI 占 13%；中国企业发展较快，天科合达的市占率由 2019 年的 3%上升至 2020 年的 5.3%，山东天岳占比为 2.6%。

2、GaN

（1）性能：GaN 具有高临界磁场、 高电子饱和速度与极高的电子迁移率的特点，是超高频器件的极佳选择，适用于 5G 通信、微波射频等领域的应用。相较于 Si、SiC，在中高频驱动逆发器的快速切换的场景中，如果采用传统的 MOSFET 和 IGBT，会产生不可接受的损耗，而 GaN 晶体管的源极、栅

极、漏极均在同一个平面，能够克服这样的损耗。

（2）产业链：GaN 产业链包括材料/单晶制备-芯片生产环节-芯片制造-终端应用几大环节。受技术与工艺水平限制，GaN 材料作为衬底实现规模化应用仍面临挑战，主要是以蓝宝石、硅晶片或碳化硅晶片为衬底，通过外延生长 GaN 以制造 GaN 器件。蓝宝石衬底一般用于制造蓝光 LED，通常采用 MOCVD 法外延生长 GaN；SiC 衬底一般用于射频器件；Si 则用于功率器件居多。

（3）下游应用：GaN 的三类下游应用与衬底材料相对应，主要应用于低压高频领域。2000 年起以蓝宝石为衬底，2014 年出现蓝光 LED，主要用于 LED 领域；射频领域中，以 SiC 为衬底材料；功率器件中，由于成本敏感，且注重实用和美观，主要以 Si 衬底为主，2020 年快充市场发展。

在军事领域中，GaN 基微波功率器用于雷达、电子对抗、导弹和无线通信；在民用和商业领域，主要用于基站、卫星通信、有线电视、手机充电器等小家电，特别是各种快速充电领域。

为何要大力发展第三代半导体

1、下游应用市场广阔且关键

第三代半导体材料的下游应用几乎遍及所有用电领域。第三代半导体的下游应用主要有三大方向：光电子，电力电子，微波射频。新基建之中，除了人工智能之外，都有第三代半导体身影。目前，我国在 5G 通讯、新能源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，进一步提高半导体企业在国际市场的影响力。**因而我国有第三代半导体的应用市场，可以根据市场定义产品，而不是跟随国际巨头做国产化替代。**

我国拥有全球最大的新能源汽车市场，车用功率器件市场增量巨大。据 EV Sales，2019 年我国新能源汽车销量 116 万辆，占据全球的 54%。SiC MOSFET 元件将是大势所趋，SiC 有望提高 3%-5%的 SiC 逆变器效率，从而降低电池成本，时间节点大约在 2021 年左右。根据 Cree 测算，采用 SiC 可节省 5-10%的电池使用量，每辆车成本节约 400-800 美元，价格只增加 200 美元，每辆车净节省 200-600 美元。

SiC 晶圆生产大厂纷纷布局，也反映出 SiC 在车用市场发展的巨大潜力。在半导体产业中，由于制造端设备成本最高，厂商必须考虑资本投入后的成本回收，因此如果没有看到终端需求有维持 5 年以上潜力，业者一般不会贸然扩产。大厂纷纷扩产，证明了对 SiC 晶圆的看好。

2、与国际巨头的代差小

第三代半导体行业目前整体处于产业化起步阶段，相较于第一代、第二代半导体尚处于发展初期，国内和国际巨头基本处于同一起跑线。国际大厂起步早，还不断加速在 SiC 领域的布局，一方面将推动碳化硅材料的市场渗透率加速，另一方面也加速抢占碳化硅晶片市场份额。对此，我国迫切需要加快发展步伐，但国内本土 SiC 厂家与国外同行相比，虽然仍有一定差距，但仍有希望能够迎头赶上。

3、难度相对较低

第三代半导体核心难点在材料制备，其他环节可实现国产化程度非常高，加持国家在政策和资金方面大力支持，行业技术追赶速度更快、门槛准入较低、国产化程度更高，中长期给国内功率半导体企业、衬底材料供应商带来更多发展空间确定性更强。且对设备要求相对较低，投资额小，国内可以有很多玩家。在资本的推动下，可以全国遍地开花，最终走出几家第三代半导体公司的概率较大。

风险提示：政策支持不及预期、下游需求不及预期

目 录

一、何为第三代半导体 5
（一）“代”指衬底材料的变化 5
（二）SiC 7
1、SiC 性能 7
2、SiC 产业链 7
3、市场格局 8
4、应用领域 9
（三）GaN 9
1、GaN 性能 9
2、GaN 产业链 10
3、GaN 应用 10
二、为何要大力发展第三代半导体 11
（一）下游应用市场广阔且关键 11
（二）与国际巨头的代差小 13
（三）难度相对较低 13

图表目录

图表 1： 第三代半导体材料在产业链中的位置 5
图表 2： 三代半导体材料性能对比 10
图表 3： 三代半导体材料对比 6
图表 4： 第三代半导体材料下游应用 6
图表 5： SiC 器件相比 Si 器件的优势 7
图表 6： SiC 产业链 8
图表 7： SiC 产业链成本占比 8
图表 8： SiC 晶片制造过程 8
图表 9： 2020 年上半年全球半导体 SiC 晶片市场份额 9
图表 11： GaN 生产路线 10
图表 13： 2017-2023 年 SiC 下游应用的复合增长率 11
图表 14： 新能源车的电能变换过程 12
图表 15： 采用 SiC 可净节省 200-600 美元/辆车 12
图表 16： 特斯拉 Model 3 逆变器内部细节（RWD 车型）PCB 全景 12
图表 17： 新能源车主要电力设备中所需功率元件 12
图表 18： 大厂纷纷扩张 SiC 产能 13

一、何为第三代半导体

（一）“代”指衬底材料的变化

第三代半导体中的“代”指的是半导体衬底材料的变化，并非指某一代更优。在整个半导体产业链中，半导体材料处于上游，中游为各类半导体元件，下游应用包括电子、通信、新能源等行业。

第三代半导体材料在产业链中的位置



资料来源：天科合达招股、粤开证券研究院

半导体衬底材料发展至今经历了三个阶段：

第一阶段是 20 世纪 50 年代起，以硅 Si 为代表的第一代半导体材料制成的二极管和晶体管取代了电子管，用于电脑 CPU、GPU、内存、手机的 SoC 等器件，引发以集成电路为核心的微电子产业的迅速发展；

第二阶段是 20 世纪 90 年代开始，随着半导体产业的发展，硅材料的物理瓶颈日益突出，以砷化镓 GaAs 为代表的第二代半导体材料崭露头角，相关器件制备技术逐渐成熟，使半导体材料进入光电子领域。GaAs 良好的光学性能使得其在光学器件中广泛应用，也应用在需要高速器件的特殊场合，是 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。但是禁带宽度(禁带宽度反映了价电子被束缚强弱程度 ,直接决定着器件的耐压和最高工作温度)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。

第三阶段是近年来，以碳化硅 SiC 为代表的第三代半导体材料在禁带宽度、击穿电场强度、饱和电子漂移速率、热导率以及抗辐射等关键参数方面具有显著优势，进一步满足了现代工业对高功率、高电压、高频率的需求，主要作为 5G 时代的主要材料，用于高温、高频、抗辐射、大功率器件; 蓝、绿、紫光二极管、半导体激光器等。

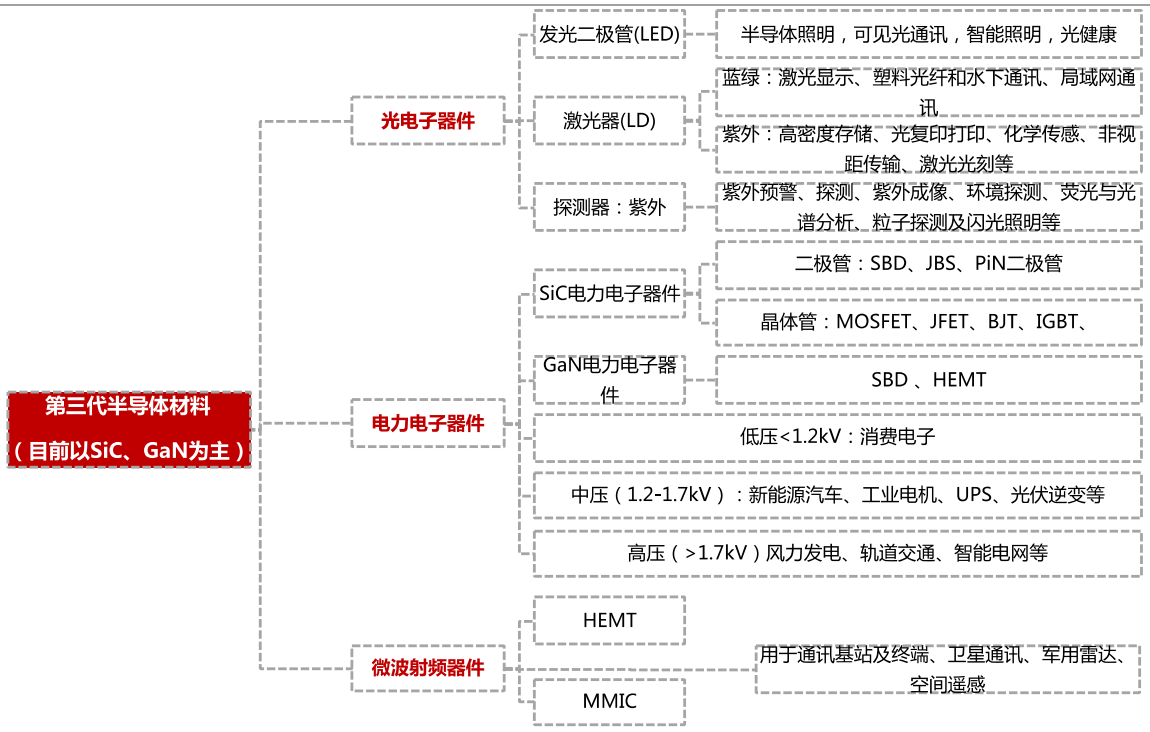
三代半导体材料对比

	第一代半导体材料	第二代半导体材料	第三代半导体材料
代表	硅(Si)和锗(Ge)	砷化镓(GaAs)、磷化镓(GaP)	氮化镓(GaN)、碳化硅(SiC)、氧化锌(ZnO)、金刚石(C)
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础	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，非常适合作为通信用半导体材料	带隙宽度达到 2.0-6.0eV，禁带宽度大、击穿电场强度高、包和电子迁移率高、热导电率大、介电常数小、抗辐射能力强 耐高压、耐高温、大功率、抗辐射、导电性能强、工作速度快、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；蓝、绿、紫光二极管、半导体激光器
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	

资料来源：公开信息整理、粤开证券研究院

从材料分类看，第三代半导体材料主要有四类，包括（1）SiC ；（2）III 族氮化物（典型代表 GaN）；（3）宽禁带氧化物（典型代表 ZnO），用于压力传感器、记忆存储器、柔性电子器件，目前技术和应用不成熟，主要产品有发光二极管、激光、纳米发电机、纳米线晶体管、紫外探测器等；（4）金刚石，用于光电子、生物医学、航空航天、核能等领域的大功率红外激光器探测器，技术和应用还在开发中。**目前四类材料中以 SiC、GaN 两种材料为主，有三大主要下游应用，**分别为光电子器件、电力电子器件，和微波射频器件。后文分别对 SiC、GaN 进行介绍。

第三代半导体材料下游应用



资料来源：公开资料整理、粤开证券研究院

（二）SiC

1、SiC 性能

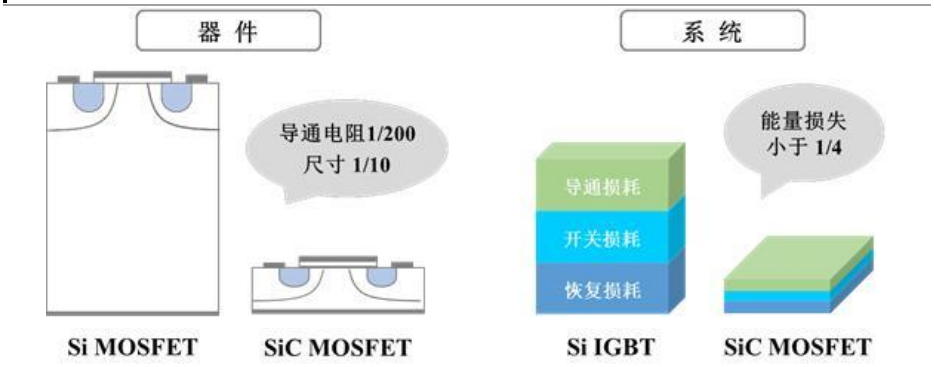
碳化硅是全球最先进的第三代半导体材料，是卫星通讯、高压输变电、轨道交通、电励汽车、通讯基站等重要领域的核心材料，被认为是 5G 通信晶片中最理想的衬底。以碳化硅为衬底制成的功率器件相比硅基功率器件具有优越的电气性能，高耐压、大功率特性，使其可用于制造 MOSFET、IGBT、SBD 等器件，用于新能源车、智能电网等行业。

（1）耐高压。碳化硅的击穿电场强度是硅的 10 余倍，使得碳化硅器件耐高压特性显著高于同等硅器件；

（2）耐高温。碳化硅相较硅拥有更高的热导率，使得器件散热更容易，极限工作温度更高。耐高温特性可以带来功率密度的显著提升，同时降低对散热系统的要求，使终端可以更加轻量和小型化；

（3）低能量损耗。碳化硅具有 2 倍于硅的饱和电子漂移速率，使得碳化硅器件具有极低的导通电阻，导通损耗低；碳化硅具有 3 倍于硅的禁带宽度，使得碳化硅器件泄漏电流比硅器件大幅减少，从而降低功率损耗；碳化硅器件在关断过程中不存在电流拖尾现象，开关损耗低，大幅提高实际应用的开关频率。

SiC 器件相比 Si 器件的优势



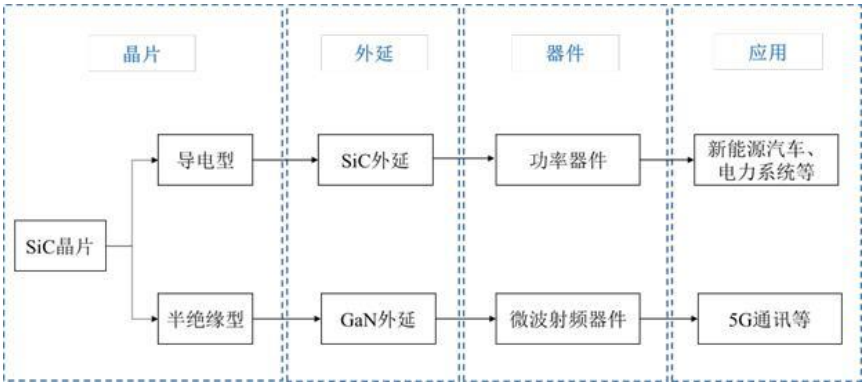
资料来源：ROHM、粤开证券研究院

注：相同规格的碳化硅基 MOSFET 和硅基 MOSFET 相比，导通电阻降低为 1/200，尺寸减小为 1/10；相同规格的使用碳化硅基 MOSFET 的逆变器和使用硅基 IGBT 相比，总能量损失小于 1/4。

2、SiC 产业链

SiC 功率器件生产过程主要包括“单晶生产—外延层生产—器件制造”三大步骤，分别对应产业链的“晶圆衬底—外延片—器件和模组”三大环节。

SiC 产业链

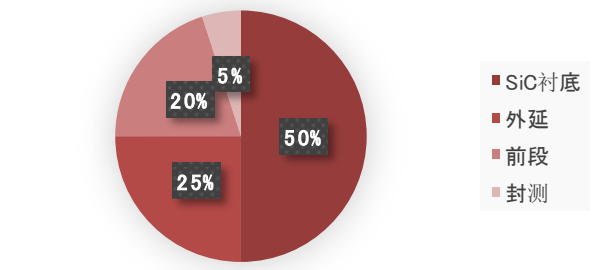


资料来源：天科合达招股、粤开证券研究院

SiC 器件的主要成本是上游 SiC 衬底，在 SiC 器件价值链中占比为 50%。由于单晶生长缓慢，且品质不够稳定，衬底的成本较高，未来随着技术进步、产量攀升，SiC 衬底以及外延片价格都将下降。

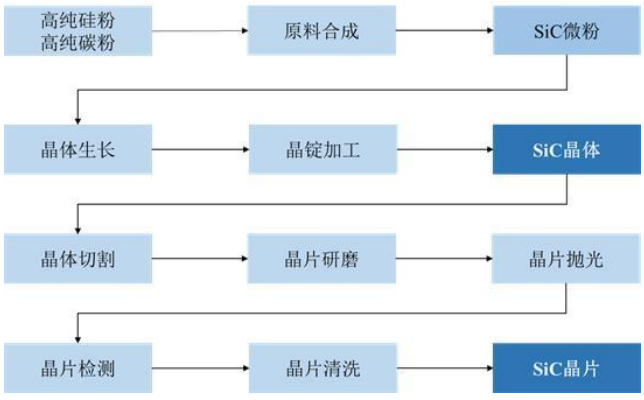
不同类型 SiC 衬底的下游应用不同。根据电阻率的差异，SiC 衬底可分为导电型和半绝缘型。在导电型 SiC 衬底上生长 SiC 外延层制得 SiC 外延片，主要应用于制造耐高温、耐高压的功率器件，应用于新能源汽车、光伏发电、轨道交通、智能电网、航空航天等领域，市场规模较大；在半绝缘型 SiC 衬底上生长 GaN 外延层制得 GaN-on-SiC（碳化硅基氮化镓）外延片，可进一步制成微波射频器件，应用于 5G 通讯、雷达等领域，随着 5G 通讯网络的加速建设，市场需求提升较为明显。

SiC 产业链成本占比



资料来源：CASA、基本半导体、粤开证券研究院

SiC 晶片制造过程



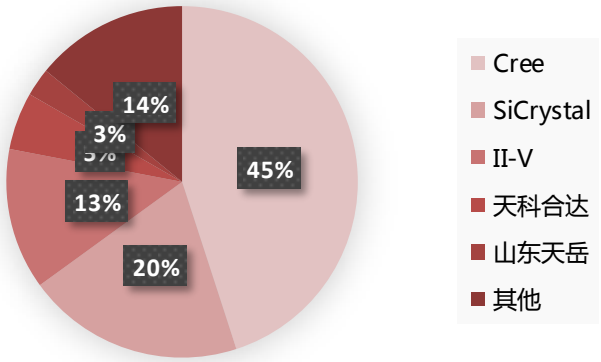
资料来源：天科合达招股、粤开证券研究院

3、市场格局

目前 SiC 晶片市场主要由美、欧、日主导，中国企业开始崭露头角。据 Yole 预测，2017-2023 年，SiC 的复合年增长率将达到 31%，2023 年达到约 15 亿美元市场规模。根据半导体时代产业数据中心《2020 年中国第三代半导体碳化硅晶片行业分析报告》数据，2020 上半年全球半导体 SiC 晶片市场中，美国 CREE 出货量占据全球 45%；欧洲企业在 SiC 器件的设计开发领域较强，主要企业有 Siltronic、意法半导体、IQE、英飞凌等；日本的技术力量雄厚，产业链完整，代表企业有松下、罗姆、住友电气、三菱等，罗姆子公司 SiCrystal 占据 20%，II-VI 占 13%；中国企业发展较快，天科合达的市占率由 2019 年的 3%上升至 2020 年的 5.3%，山东天岳占

比为 2.6%。

2020 年上半年全球半导体 SiC 晶片市场份额



资料来源：半导体时代产业数据中心、粤开证券研究院

SiC 产业链各部分企业

产业链	国外企业	自主企业
SiC 衬底	美国 Cree、德国 SiCrystal、美国 II-VI、新日铁住金、Norstel	山东天岳、天科合达、同光晶体、中电科装备
SiC 外延片	美国 DowCorning、美国 II-VI、Norstel、美国 Cree、罗姆 ROHM、三菱电机、Infineon 等	瀚天天成、天域半导体、中电科 13 所 55 所、江苏元佳
SiC 器件	Infineon、美国 Cree、落姆 ROHM、意法半导体	泰科天润、中车时代电气
SiC 器件/模块/IDM		中国电子科技集团、株洲中车、北京世纪金光、泰科天润、厦门芯光润泽、扬州扬杰电子、上海瞻芯电子、深圳基本半导体

资料来源：公开资料整理、粤开证券研究院

4、应用领域

SiC 的下游应用偏向 1000V 以上的中高电压范围。SiC 由于耐高压、高温、高频，比 Si 更薄、更轻、更小巧，是卫星通讯、高压输变电、轨道交通、电动汽车、通讯基站等重要领域的核心材料，也被认为是 5G 通信晶片中最理想的衬底。下游民用领域电动汽车、消费电子、新能源、轨道交通等领域的直流、交流输变电、温度检测控制等。军用领域用于喷气发动机、坦克发动机、舰艇发动机、风洞、航天器外壳的温度、压力测试等。

（三）GaN

1、GaN 性能

GaN 具有高临界磁场、 高电子饱和速度与极高的电子迁移率的特点，是超高频器件的极佳选择，适用于 5G 通信、微波射频等领域的应用。GaN 功率器件通常采用 HEMT(高迁移率晶体管)的设计，主要应用于高频场景，也被称为常开型元件。相较于 Si、SiC ,在中高频驱动逆发器的快速切换的场景中 ,如果采用传统的 MOSFET

和 IGBT，会产生不可接受的损耗，而 GaN 晶体管的源极、栅极、漏极均在同一个平面，能够克服这样的损耗。

三代半导体材料性能对比

项目	Si	GaAs	4H-SiC	GaN
禁带宽度（eV）	1.12	1.43	3.2	3.4
饱和电子漂移速率（cm/s）	1.0×107	1.0×107	2.0×107	2.5×107
热导率（W·cm-1·K-1）	1.5	0.54	4.0	1.3
击穿电场强度（MV/cm）	0.3	0.4	3.5	3.3

资料来源：《宽禁带半导体高频及微波功率器件与电路》，赵正平著，国防工业出版社、粤开证券研究院

2、GaN 产业链

GaN 产业链包括材料/单晶制备-芯片生产环节-芯片制造-终端应用几大环节。受技术与工艺水平限制，GaN 材料作为衬底实现规模化应用仍面临挑战，主要是以蓝宝石、硅晶片或碳化硅晶片为衬底，通过外延生长 GaN 以制造 GaN 器件。蓝宝石衬底一般用于制造蓝光 LED，通常采用 MOCVD 法外延生长 GaN；SiC 衬底一般用于射频器件；Si 则用于功率器件居多。

GaN 生产路线



资料来源：CSA 产业研究院、粤开证券研究院

3、GaN 应用

GaN 的三类下游应用与衬底材料相对应，主要应用于低压高频领域。（1）2000 年起以蓝宝石为衬底，2014 年出现蓝光 LED，主要用于 LED 领域；（2）射频领域中，以 SiC 为衬底材料；（3）功率器件中，由于成本敏感，且注重实用和美观，主要以 Si 衬底为主，2020 年快充市场发展。

在军事领域中，GaN 基微波功率器用于雷达、电子对抗、导弹和无线通信；在民用和商业领域，主要用于基站、卫星通信、有线电视、手机充电器等小家电，特别是各种快速充电领域。

不同衬底材料的晶体管应用

晶体管材料		GaN	SiC	Si
衬底材料	GaN	功率	-	-
	SiC	功率/射频	功率	-
	Si	功率/射频	-	全覆盖

	蓝宝石	功率/LED	-	-

资料来源：基本半导体，粤开证券研究院

二、为何要大力发展第三代半导体

（一）下游应用市场广阔且关键

第三代半导体的下游应用主要有三大方向：

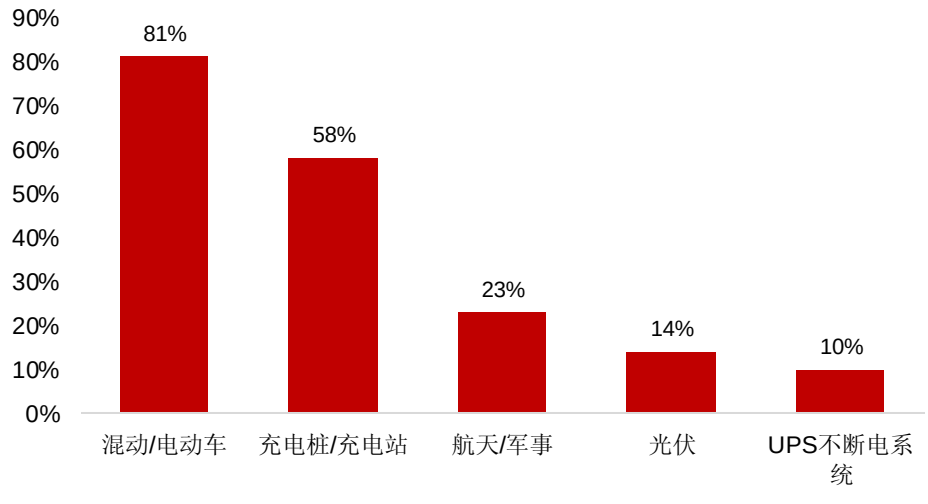
（1）光电子。包括激光显示、环境监测、紫外光源、半导体照明、可见光通信、医疗健康；

（2）电力电子。包括工业机电、新能源并网、轨道交通、电动汽车、智能电网、消费电子；

（3）微波射频。包括遥感、雷达、卫星通讯、移动基站。

第三代半导体材料的下游应用几乎遍及所有用电领域。新基建之中，除了人工智能之外，都有第三代半导体身影。据 Yole 预测，2017-2023 年 SiC 应用的复合增长率为 27%，其中电动和混动汽车的复合增长率为 81%，充电桩/充电站的复合增长率为 58%。2020 年以来，我国加快“新基建”建设力度，明确新基建涉及“5G 基建、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，市场预测新基建的规模是 40 万亿人民币。目前，我国在 5G 通讯、新能源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 进一步提高半导体企业在国际市场的影响力。**因而我国有第三代半导体的应用市场，新能源、5G 等市场空间巨大，可以根据市场定义产品，而不是跟随国际巨头做国产化替代。**

2017-2023 年 SiC 下游应用的复合增长率



资料来源：Yole、粤开证券研究院

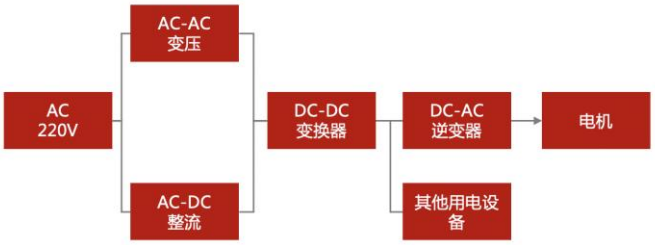
我国拥有全球最大的新能源汽车市场，车用功率器件市场增量巨大。据 EV Sales，2019 年我国新能源汽车销量 116 万辆，占据全球的 54%。新能源车采用电力动力系统，从电池充电到汽车行驶，涉及（1）AC-AC 变压器，用于从民用 220V 电压到电池输入 12-36V 电压之间的转换；（2）AC-DC 整流器，用于车载充电器中，将充电

桩交流电转换为动力电池直流电；(3) DC-DC 变换器，用于电力传动的升压变化，以及充电电池向电池储能的稳压变换；(4) DC-AC 逆变器，用于充电电池将 12V 直流电转换为驱动电机数百伏的交流电。

SiC MOSFET 元件将是大势所趋。目前电车中的主驱逆变器仍以 IGBT+Si FRD 方案为主，考虑到未来电动车需要更长的行驶里程，更短的充电时间和更高的电池容量，SiC 有望提高 3%-5%的 SiC 逆变器效率，从而降低电池成本，时间节点大约在 2021 年左右。根据 Cree 测算，采用 SiC 可节省 5-10%的电池使用量，每辆车成本节约 400-800 美元，价格只增加 200 美元，每辆车净节省 200-600 美元。

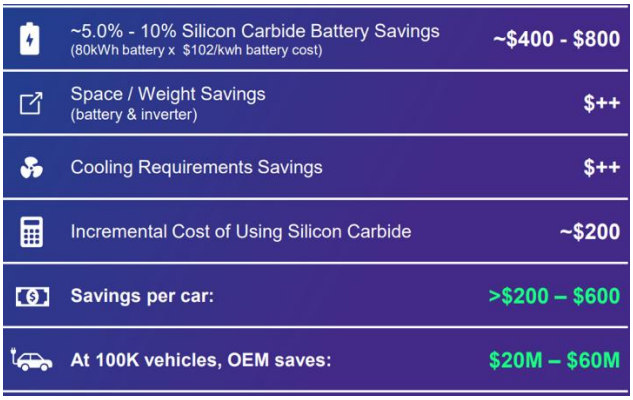
以特斯拉为例，Model 3 已将意法半导体的 SiC MOSFET 功率模块集成于逆变器中。Model 3 有一个主逆变器，需要 24 个电源模块，每个电源模块基于两个 SiC MOSFET 裸片，则每辆 Model 3 需要 48 个 SiC MOSFET 裸片。此外，车身其他包括 OBC、一般充电器（每车 2 个）、快充电桩等，都可以放上 SiC。按照特斯拉今年疫情之前的产能预测，美国和上海工厂总年产能接近 100 万辆，那么仅主逆变器就需要 50 万片 6 英寸 SiC。**而目前全球 SiC 硅晶圆总年产能约在 40 万-60 万片，如此就消耗掉全球当下 SiC 总产能。**

新能源车的电能变换过程



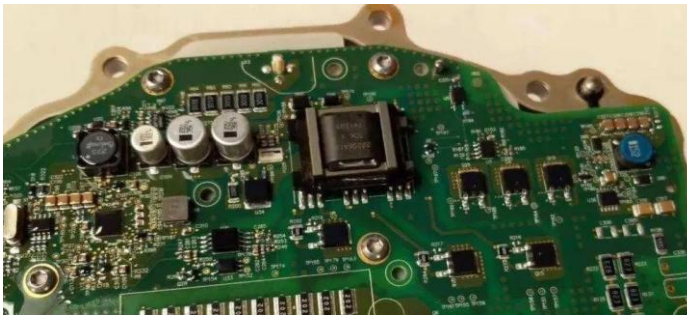
资料来源：电子发烧友论坛、粤开证券研究院

采用 SiC 可净节省 200-600 美元/辆车



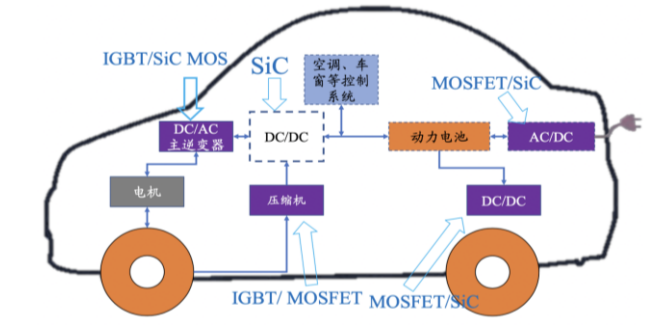
资料来源：Cree、粤开证券研究院

特斯拉 Model 3 逆变器内部细节（RWD 车型）PCB 全景



资料来源：半导体行业观察、粤开证券研究院

新能源车主要电力设备中所需功率元件



资料来源：英飞凌官网、粤开证券研究院

SiC 晶圆生产大厂纷纷布局，也反映出 SiC 在车用市场发展的巨大潜力。在半导体产业中，由于制造端设备成本最高，厂商必须考虑资本投入后的成本回收，因此如果没有看到终端需求有维持 5 年以上潜力，业者一般不会贸然扩产。大厂纷纷扩

产，证明了对 SiC 晶圆的看好。

大厂纷纷扩张 SiC 产能

厂商	扩产计划
Cree	2019-2024 年投资 7.2 亿美元将 SiC 材料及晶圆产能扩充 30 倍，包括建造一座车规级 8 英寸功率及射频晶圆工厂，以及扩产超级材料工厂，计划 2022 年量产，完全达产后器件能够满足 550 万辆 BEV 需求，衬底能够满足 2200 万 BEV 需求。
	未来 5 年内，斥资 10 亿美元用于扩大 SiC 碳化硅产能，在公司美国总部北卡罗莱纳州达勒姆市建造一座采用最先进技术的自动化 200mm SiC 碳化硅生产工厂和一座材料超级工厂
意法半导体	签署超 5 亿美元的 SiC 晶圆购买合同，2020 年 2 月以 1.375 亿美元现金收购瑞典 SiC 晶圆制造商 Norstel AB。交易完成后，它将在全球产能受限的情况下控制部分 SiC 器件的整个供应链。
罗姆	2009 年 Rohm 收购 SiC 晶圆供应商 SiCrystal，2010 年推出首批批量生产的 SiC 肖特基二极管和 MOSFET，2012 年批量生产全 SiC 模块，2017 年交付 6 英寸 SBD。SiCrystal 也是中国 SiC 设计公司最多采购的供应商。
英飞凌	英飞凌的碳化硅材料主要采取外购的方式。2018 年，英飞凌收购了碳化硅晶圆切割领域的新锐公司-Siltectra。其相比传统工艺将提高 90%的生产效率。
II-VI	计划将 150 毫米（6 英寸）碳化硅材料的产能扩大 5-10 倍，同时扩大差异化 200 毫米材料技术的批量生产，以满足未来五年预期的不断增长的需求。
日本昭和电工	昭和电工 SiC 晶圆月产能 2018 年 4 月从 3000 片提高至 5000 片（第 1 次增产），且将在 2019 年 9 月进一步提高至 7000 片（第 2 次增产），而进行第 3 度增产投资后，将在 2019 年 2 月扩增至 9000 片的水准、达现行（5000 片）的 1.8 倍。

资料来源：各公司官网及公告、粤开证券研究院

（二）与国际巨头的代差小

第三代半导体行业目前整体处于产业化起步阶段，相较于第一代、第二代半导体尚处于发展初期，国内和国际巨头基本处于同一起跑线。国际大厂起步早，还不断加速在 SiC 领域的布局，一方面将推动碳化硅材料的市场渗透率加速，另一方面也加速抢占碳化硅晶片市场份额。对此，我国迫切需要加快发展步伐，但国内本土 SiC 厂家与国外同行相比，虽然仍有一定差距，但仍有希望能够迎头赶上。

（三）难度相对较低

第三代半导体核心难点在材料制备，其他环节可实现国产化程度非常高，加持国家在政策和资金方面大力支持。行业技术追赶速度更快、门槛准入较低、国产化程度更高，中长期给国内功率半导体企业、衬底材料供应商带来更多发展空间确定性更强。

且对设备要求相对较低，投资额小，国内可以有很多玩家。在资本的推动下，可以全国遍地开花，最终走出几家第三代半导体公司的概率较大。

分析师简介

陈梦洁，硕士研究生，2016 年加入粤开证券，现任策略组负责人，证书编号：S0300520100001。

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

与公司有关的信息披露

粤开证券具备证券投资咨询业务资格，经营证券业务许可证编号：10485001。

本公司在知晓范围内履行披露义务。

股票投资评级说明

投资评级分为股票投资评级和行业投资评级。

股票投资评级标准

报告发布日后的 12 个月内公司股价的涨跌幅度相对同期沪深 300 指数的涨跌幅为基准，投资建议的评级标准为：

买入：相对大盘涨幅大于 10%；

增持：相对大盘涨幅在 5%~10%之间；

持有：相对大盘涨幅在-5%~5%之间；

减持：相对大盘涨幅小于-5%。

行业投资评级标准

报告发布日后的 12 个月内行业股票指数的涨跌幅度相对同期沪深 300 指数的涨跌幅为基准 ,投资建议的评级标准为：

增持：我们预计未来报告期内，行业整体回报高于基准指数 5%以上；

中性：我们预计未来报告期内，行业整体回报介于基准指数-5%与 5%之间；

减持：我们预计未来报告期内，行业整体回报低于基准指数 5%以下。

免责声明

本报告由粤开证券股份有限公司（以下简称“粤开证券”）提供，旨为派发给本公司客户使用。未经粤开证券事先书面同意，不得以任何方式复印、传送或出版作任何用途。合法取得本报告的途径为本公司网站及本公司授权的渠道，非通过以上渠道获得的报告均为非法，我公司不承担任何法律责任。

本报告基于粤开证券认为可靠的公开信息和资料，但我们对这些信息的准确性和完整性均不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。粤开证券可随时更改报告中的内容、意见和预测，且并不承诺提供任何有关变更的通知。本公司力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不构成所述证券的买卖出价或询价，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。在本公司及作者所知情的范围内，本机构、本人以及财产上的利害关系人与所评价或推荐的证券没有利害关系。

本公司利用信息隔离墙控制内部一个或多个领域、部门或关联机构之间的信息流动。因此，投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的情况下，本公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，须在允许的范围内使用，并注明出处为“粤开证券研究”，且不得对本报告进行任何有悖意愿的引用、删节和修改。

投资者应根据个人投资目标、财务状况和需求来判断是否使用资料所载之内容和信息，独立做出投资决策并自行承担相应风险。我公司及其雇员做出的任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

联系我们

广州市黄埔区科学大道 60 号开发区金控中心 21-23 层

北京市朝阳区红军营南路绿色家园媒体村天畅园 6 号楼 2 层

上海市浦东新区源深路 1088 号平安财富大厦 20 层

深圳市福田区深南大道和彩田路交汇处中广核大厦 10 层

网址：www.ykzq.com