

# 碳化硅走向“8英寸”

本报记者 杨鹏岳

作为电力电子变换装置的“心脏”，碳化硅(SiC)功率器件有望引领未来能源革命。当前，正值碳化硅从6英寸向8英寸转型升级的过渡期。2024年以来，全球各大厂商纷纷传来关于8英寸碳化硅的最新进展。业内人士指出，碳化硅从6英寸转向8英寸是必然趋势，而8英寸量产将助推碳化硅产品走向规模化应用。

## “降本增效”驱动碳化硅“奔8”

随着大型计算基础设施运行所需的电能日益增加，全球对高效能电子系统的需求不断增长，这使得以碳化硅为代表的宽禁带半导体材料越来越成为市场青睐的“香饽饽”。有关测算显示，如果全球数据中心的电源和散热系统均采用碳化硅MOSFET替代硅MOSFET，所节约下来的能源可以为纽约曼哈顿供电一整年。而在新能源汽车领域，碳化硅器件相比于传统的IGBT，在相同电池电量下能有效延长6%的续航里程。

不过，碳化硅虽然有着优越的电学和热学性能，但有限的产能和偏高的成本，成为其步入大规模应用阶段的“拦路虎”。因此，产业界为了提高生产效率、降低成本，正在大力推动碳化硅晶圆向更大的尺寸过渡，从当前主流的6英寸向8英寸升级。

深圳基本半导体有限公司总经理和巍巍向《中国电子报》记者表示，与6英寸相比，8英寸碳化硅的优势主要体现在潜在成本、性能和参数均匀性等方面。

首先是潜在的成本优势。一方面，在晶圆面积上，8英寸去边后的可用面积是6英寸的1.83倍。因此晶圆尺寸越大，能切出的芯片越多。以 $5 \times 5\text{mm}$ 尺寸的芯片为例，一张8英寸晶圆实际能切出1080颗芯片，而一张6英寸只能做576颗。另一方面，在工艺成本上，晶圆工艺中大部分是批处理(如清洗、氧化、激活)或者是对一整片同时进行工艺处理。晶圆面积越大，折合到单芯片的工艺成本越低。

其次是性能和参数均匀性的优势。6英寸碳化硅工艺设备多是基于6英寸硅工艺设备改造而来，受限于设备结构设计，工艺性能和参数均匀性与更先进的8英寸工艺设备存在差距。因此，基于8英寸设备在工艺性能上的提升，厂商能获得性能更优的芯片。

“8英寸碳化硅量产的最大影响是推动器件最终成本的降低，大约能降低30%乃至更高。”TrendForce集邦咨询分析师龚瑞骞在接受《中国电子报》记者采访时强调，这对于汽车市场十分重要，当前碳化硅价格仍然过高，限制其进一步渗透。



图为 Wolfspeed 位于纽约州 Marcy 的莫霍克谷 SiC 制造工厂

据了解，汽车市场是碳化硅功率器件最主要的应用市场之一，新能源车的主驱逆变器、OBC、DC/DC转换器以及非车载充电桩等关键电驱电控部件都已应用碳化硅器件。目前全球已有超过20家知名汽车厂商在车载充电系统中使用了碳化硅功率器件。TrendForce集邦咨询预计，到2026年，车用SiC功率元件市场规模将攀升至39.4亿美元，在整个SiC功率元件市场占比超70%。未来，随着碳化硅“降本”，其“增效”作用将逐渐显现，碳化硅功率器件的应用市场将加速渗透到除汽车之外的光伏发电、智能电网等更多领域。

## 8英寸之路尚存多道“关卡”

在产业链推动下，碳化硅步入8英寸时代是大势所趋，但其产业化过程并非一蹴而就。那么当前，8英寸碳化硅的发展路上存在的“关卡”有哪些？

从碳化硅的产业链结构来看，主要包括衬底、外延、器件设计、晶圆制造、模块封装等环节。其中，衬底材料是产业链的基础，外延材料是器件制造的关键，而SiC产业链约70%的价值量都集中在这两个环节，后道的器件设计、制造、封测环节占比约30%。从6英寸转向8英寸，每一个环节都面临不同的挑战。

泰科天润董事长陈彤在近期的演讲中

指出，衬底环节在升级过程中面临较大困难，而外延环节相对容易，晶圆制造则存在诸多技术挑战。这表明，从6英寸到8英寸的升级并非简单的线性扩展，而是需要克服一系列复杂的技术难题。

和巍巍也向记者分析了8英寸碳化硅在衬底、晶圆、模块封装等环节的挑战。

首先，目前产业链上最主要的挑战还是在衬底端。8英寸衬底有两个挑战：其一，无论是传统气相法还是液相法，在制造8英寸晶圆时都还存在问题，传统PVT法生长衬底扩径难度较高，且生长效率不高；如果使用液相法生长衬底，业内又担心溶剂带来的金属沾污风险。其二，8英寸衬底切割目前有一定的难度。现在6英寸衬底的标准厚度是 $350\mu\text{m}$ ，而8英寸的厚度通常是 $500\mu\text{m}$ ，同样厚度的8英寸晶圆，切割的晶圆片数比6英寸少很多。而如果做 $350\mu\text{m}$ ，传统的金刚线切割会有较大的应力问题，需要优化或者采用新型切割方式来克服。

其次，在8英寸晶圆制造方面，需要克服的难题主要是离子注入工艺的低效率。这一点和6英寸是相同的，不过从6英寸切换到8英寸后，由于其他工艺效率的提升，离子注入工艺的低效率问题会更为突出。

另外，在模块封装方面，8英寸由于晶圆面积更大，可支持的芯片面积更大。从降低系统成本的角度，厂商会倾向于做更大尺寸的芯片。这样封装尤其是做塑封模块时，热

膨胀系数不匹配带来的应力问题会更显著。

而在8英寸外延方面则没有太大挑战。业内人士指出，目前国内的SiC衬底和外延技术发展已相对较好，与全球大厂的水平基本接近。

## 全球厂商“狂赶”进度表

究竟何时8英寸碳化硅应用可以实现规模化普及？有业内人士表示，预计从2026年至2027年开始，6英寸碳化硅产品都将被8英寸产品替代。博世半导体博世智能出行集团中国区董事会高级执行副总裁 Norman Roth认为，未来5年，碳化硅晶圆从6英寸向8英寸发展是大势所趋。

当前，领先的一众IDM厂商都在积极投资SiC产能扩张计划，期望建立市场领导地位。从全球范围来看，SiC的生产主要集中在美国、欧洲和日本，但亚洲厂商也在积极投资SiC生产设施，以满足本地市场需求。据不完全统计，目前全球已有超过10家厂商正在投资建设8英寸SiC晶圆厂。

2024年以来，8英寸SiC赛道竞争异常激烈，全球产业链厂商频频传来最新进展。从8英寸线碳化硅的建线节奏来看，尽管建线周期可以压缩到18个月，但量产稳定性的不确定性仍然很大，需要企业在追求速度的同时，高度重视质量控制和工艺稳定性。

欧美相关厂商方面，意法半导体5月宣

布计划在意大利南投资50亿欧元建造全球首个综合碳化硅晶圆工厂。该工厂以8英寸工艺为基础，预计2026年开始生产，并实现8英寸SiC晶圆量产，到2033年达到满负荷生产。全球最早量产8英寸碳化硅晶圆的厂商Wolfspeed于6月份披露两项新进展：一是其美国纽约的莫霍克谷8英寸碳化硅芯片工厂已实现20%的晶圆开工利用率；二是其10号楼碳化硅材料工厂已实现其8英寸晶圆的生产目标，预计到2024年年底，可支持莫霍克谷工厂约25%的晶圆开工利用率。

此外，英飞凌在8月正式启用了居林碳化硅晶圆厂一期工程，该生产基地将帮助英飞凌在2030年之前占据全球30%SiC市场份额的目标。安森美则表示计划于今年晚些时候推出8英寸SiC晶圆，并于2025年投产。

日本方面，日本碍子株式会社(NGK)在9月中旬宣布已成功制备出直径为8英寸的SiC晶圆。日本昭和电工Soitec近期表示已与Resonac Corporation达成8英寸复合型SiC合作开发协议。此外，罗姆半导体决定将宫崎县的工厂改造为8英寸碳化硅衬底生产基地，预计于2024年正式投产。

中国企业同样也在积极布局。芯联集成8英寸碳化硅工程批在4月份顺利下线。三安光电在6月份与意法半导体计划投资32亿美元，在重庆共同建设一座新的8英寸碳化硅器件合资制造工厂；9月，重庆三安项目(系8英寸碳化硅衬底配套工厂)实现衬底厂的点亮通线。此外，天岳先进和天科合达均在推进各自的8英寸碳化硅衬底扩产计划。

关于我国碳化硅行业的发展，陈彤认为，当前8英寸碳化硅有必要性，但是8英寸要以技术牵引和整合为依据，不能完全以规模为自标。

“8英寸量产，从整体成本考虑，可能会更倾向使用更大面积的芯片。这样会使封装、系统结构大幅简化。”和巍巍向记者表示，此外诸如栅极电阻、温度传感器、电流传感器也很容易基于8英寸的BEOL工艺集成在碳化硅芯片中，带来整体系统成本的大幅降低。

展望未来，和巍巍认为，在新能源汽车、光伏逆变这些传统碳化硅的优势行业内，由于成本的进一步降低，市场会继续下沉，占据更高的市场比例。在电网领域，当8英寸量产，业界将有更多的资本用于解决碳化硅缺陷问题，使电网应用碳化硅成为现实。而在消费电子领域，随着成本的进一步降低，越来越多的消费电子可以采用碳化硅器件。

此外，近年来碳化硅量子电子器件的发展很迅速。基于碳化硅色心的量子计算、量子传感等有望在功率半导体应用之外开辟出新的市场应用。



# 第二十一届中国国际半导体博览会 ( IC CHINA 2024 )

集合全行业资源 · 成就大产业对接

2024年11月18日-20日 北京·国家会议中心

主办单位：中国半导体行业协会 承办单位：北京赛迪出版传媒有限公司

联系方式：苏明泽 010-88559768/18310035936 周浩 010-88558799/13810971086 <https://www.ic-china.com.cn/>



广告