

下游新兴领域需求旺盛，化合物半导体前景可期



东方证券
ORIENT SECURITIES

核心观点

- 突破 Si 的瓶颈，化合物半导体优势显著：**Si 是应用最广泛的半导体材料，但无法突破高温、高功率、高频等瓶颈。二元系化合物半导体材料 GaAs/GaN/SiC 具备高功率密度、低能耗、抗高温、高发光效率等特性，能弥补 Si 材料的不足，在射频、功率器件、光电子及国防军工等应用领域优势显著。
- 受益射频和光电子需求旺盛，GaAs 有望保持持续高增长：**射频端，5G 手机需要更多的 PA，有望从 4G 手机的 7 个增长到 10 个，而且 5G 高频时代，相比 Si CMOS PA，GaAs PA 在输出功率、工作频率等方面的性能更优，渗透率将会持续提升。此外，手机 WIFI PA 和路由器 WIFI PA 对 GaAs 需求也有望保持快速增长。光电子端，3D 深度相机 VCSEL 激光器打开了 GaAs 新的增长领域，17 年苹果率先在 iPhone X 前置结构光摄像头上采用，并在今年 iPad Pro 的后置 ToF 摄像头上采用，其他厂商有望跟进。根据中国产业信息的报告，全球 GaAs 产值有望从 2018 年的 89 亿美元，增长到 2023 年的 143 亿美元，19-23 年 CAGR 为 10%。
- GaN：5G 射频关键的材料，射频/电力电子领域优势显著。**GaN 器件适合高频、高功率、低压应用领域，广泛应用于 5G 基站、雷达等微波射频领域、以及快充领域。全球主要国家都已开启 5G 商用，5G 宏基站建设正处于放量阶段，以中国为例，国内 5G 宏基站建设预计于 2023 年左右达到高峰，年新增 5G 宏基站 115 万个以上，此外 GaN 的军用雷达升级需求也在快速放量。根据 Qorvo 的预测，全球 GaN 射频器件市场规模将从 2018 年的 4.3 亿美元增长到 2022 年的 19.1 亿美元，CAGR 约 45%。19 年，OPPO 首推 GaN 充电器，随后小米、华为等厂商先后加入，根据 Yole，如果苹果等厂商跟进，全球手机快充用 GaN 功率半导体市场规模在 2024 年有望超过 7.5 亿美元，算上在其他消费电子、数据中心等潜在市场的应用，市场空间有望更大。
- SiC：高压功率半导体关键材料，受益于新能源汽车快速增长。**SiC 在 600V 的功率器件具有优势，相比 Si 基器件，SiC 功率半导体具备轻量化、高效率、耐高温等特性，而且可以有效降低新能源汽车系统成本。新能源车及充电桩快速放量，SiC 充分受益。根据 Yole 的预测，全球电动汽车和充电桩 SiC 功率器件市场规模将从 2018 年的 0.65 亿美元增长至 2023 年的 4.4 亿美元，CAGR 为 46%。除此之外，轨道交通、供电、电机驱动等领域也将保持较快的增速。总体来看，全球 SiC 功率器件市场规模将从 2018 年的 3.7 亿美元增长至 2023 年的近 14 亿美元，CAGR 超过 30%。

投资建议与投资标的

建议关注领先布局化合物半导体材料的三安光电、扬杰科技、华润微。

风险提示

- 市场需求不及预期；核心技术研发不及预期

行业评级 **看好** 中性 看淡 (维持)

国家/地区	中国
行业	电子行业
报告发布日期	2020 年 06 月 30 日

行业表现



资料来源：WIND、东方证券研究所

证券分析师 蒋剑

021-63325888*8514

kuaijian@orientsec.com.cn

执业证书编号：S0860514050005

证券分析师 马天翼

021-63325888*6115

matianyi@orientsec.com.cn

执业证书编号：S0860518090001

联系人 唐权喜

021-63325888*6086

tangquanxi@orientsec.com.cn

相关报告

VR/AR 迎高速发展机遇：	2020-06-22
智能手表持续创新，销量快速增长：	2020-06-21
LCD 面板价格见底，柔性 OLED 前景可期：	2020-06-08

每日免费获取报告

1. 每日微信群内分享**7+**最新重磅报告；
2. 定期分享**华尔街日报、金融时报、经济学人**；
3. 和群成员切磋交流，对接**优质合作资源**；
4. 累计解锁**8万+行业报告/案例，7000+工具/模板**

申明：行业报告均为公开整理，权利归原作者所有，
小编整理自互联网，仅分发做内部学习。

限时领取【行业资料大礼包】，回复“2020”获取

手机用户建议先截屏本页，微信扫一扫

或搜索公众号**“有点报告”**

回复<进群>，加入每日报告分享微信群



(此页只为需要行业资料的朋友提供便利，如果影响您的阅读体验，请多多理解)

目 录

1. 化合物半导体性能优势显著，有望迎来快速渗透.....	5
1.1 GaAs/GaN/SiC 优势显著，应用领域定位不同	5
1.2 技术成熟&成本下降，SiC/GaN 有望加速渗透	6
2 GaAs：射频和光电子需求旺盛，有望保持高增长	8
2.1 GaAs PA 为主流技术，受益于 5G 等行业趋势	9
2.2 3D 深度相机商用全面开启，GaAs 光电子未来可期	11
3. GaN：5G 关键器件，射频/电力电子领域优势显著	13
3.1 GaN：适合高频、高功率、低压应用领域	13
3.2 射频需求旺盛&快充快速起量，GaN 未来前景广阔	14
4. SiC：高压功率半导体关键器件，受益于新能源汽车快速增长	20
4.1 SiC：主要应用于高电压功率半导体领域	20
4.2 新能源汽车及充电桩数量快速增长，SiC 器件需求旺盛	21
5. 投资建议	25
风险提示	25
附录	26

图表目录

图 1: GaAs/GaN 天线能具备尺寸小/低功耗/低成本等优势	5
图 2: GaN 和 SiC 代工价格较高 (美元)	5
图 3: 不同化合物半导体适应的工作频率和输出功率不同	6
图 4: GaAs、SiC、GaN 优势应用领域不同	6
图 5: SiC/GaN 技术稳步提升.....	6
图 6: 2017-2019 年各厂家在售的 SiC/GaN 产品数量 (款)	7
图 7: 2018-2019 年 650V 晶体管器件平均价格 (元 /A)	7
图 8: 2017-2019 年 RF GaN HEMT 平均价格 (元 /W)	7
图 9: SiC/GaN 在电力电子领域的渗透率情况.....	8
图 10: 2017-2023 年 GaN 射频器件需求量预测 (百万个)	8
图 11: GaAs 下游应用领域	8
图 12: GaAs 射频器件应用	8
图 13: 16-23 年全球 GaAs 产值及预测	9
图 14: 5G 渗透率快速提升	9
图 15: 三大运营商 5G 用户 (截止 20.3) 和 5G 入网许可手机数 (截止 20.4)	9
图 16: 5G 手机 PA 数量显著增加 (个)	10
图 17: 17-23 年手机端功率放弃材料占比及预测	10
图 18: GaAs RF 市场 (等价 6 寸晶圆) (万片)	11
图 19: GaAs 材料主要应用于制作红光及红外器件	11
图 20: iPhone X 开启了 3D 深度相机的大门	12
图 21: 16-23 年含有 3D 深度相机手机出货量及预测 (百万部)	12
图 22: 17-23 年光电子领域用 GaAs 衬底出货量及市场规模	12
图 23: 17-27 年 GaAs 工业演变过程：从手机到汽车	13
图 24: GaN 下游主要应用	错误!未定义书签。
图 25: 国内 GaN 下游应用份额分布 (2017 年)	错误!未定义书签。
图 26: 目前 GaN 功率器件主要应用在 200-600V 的低压领域	14
图 27: GaAs、LDMOS、GaN 用于不同的基站	15
图 28: GaN 在整个射频市场中的占比将持续提升	15
图 29: 5G 所用频率远高于 4G	15
图 30: 5G 基站功率较 4G 基站提升了 68%	15
图 31: GaN 能更好适应 5G 宏基站建设	16
图 32: GaN 封装尺寸可做到 LDMOS 的约 1/7	16
图 33: 全球主要国家开启 5G 商用， 5G 基站建设加速	16

图 34：国内 5G 宏基站新增预测	17
图 35：5G 宏基站 PA 数量增长迅速，GaN 占比不断提升	17
图 36：现有雷达系统向基于 GaN 的 AESA 雷达系统升级	17
图 37：17-22 GaN 射频器件市场规模预测（亿美元）	18
图 38：GaN 相较于硅器件，可同时实现高频率高效率	19
图 39：GaN 可集成外围驱动，缩小体积	19
图 40：OPPO GaN 65W 充电器产品	19
图 41：ANKER 在 CES 展上推出的 GaN 充电器	19
图 42：高功率快充需求推动 GaN 功率半导体市场规模快速提升	20
图 43：SiC 功率半导体发展历程	20
图 44：SiC 与 Si 相比具有诸多优势	21
图 45：SiC 器件能在汽车、工业、IT 及消费电子多个领域中替代 Si 器件	21
图 46：DC/AC 逆变器应用 SiC 模块能显著降低重量和体积	22
图 47：SiC DC/DC 转换器高频和功率密度高的特性有助于器件实现轻量化	22
图 48：SiC DC/DC 转换器同功率下具有更高的效率	22
图 49：特斯拉 Model 3 中的 SiC 器件	23
图 50：SiC 功率器件节约系统成本（美元）	23
图 51：新能源汽车中功率半导体价值量大幅提升	23
图 52：可持续发展情境下新能源汽车保有量预测	23
图 53：我国充电设施仍是短板	24
图 54：充电桩建设不断加速	24
图 55：2019-2023 年 SiC 功率器件市场规模预测（单位：百万美元）	24
图 56：化合物半导体材料特性优势显著	26

1. 化合物半导体性能优势显著，有望迎来快速渗透

1.1 GaAs/GaN/SiC 优势显著，应用领域定位不同

常用的半导体材料分为元素半导体和化合物半导体。元素半导体是由单一元素制成的半导体材料。主要有硅、锗、硒等，以硅、锗应用最广。化合物半导体分为二元系、三元系、多元系和有机化合物半导体。二元系化合物半导体有Ⅲ-V族（如砷化镓、磷化镓、碳化硅等）。

硅（Si）是较早且也是应用最为广泛的半导体材料。最早半导体晶体管采用的是锗（Ge）基材料，但是由于Ge储量少、提纯难度大等原因，逐步被Si所替代。Si因为储量丰富、技术成熟、成本低等特点，成为应用最广的半导体材料，目前广泛被应用在各类分立器件和集成电路、电子信息网络工程等领域，但是在高频、高温、高压、光学等应用领域，二元系化合物半导体材料则更具优势。

二元系化合物半导体材料 GaAs/GaN/SiC 具备高功率密度、低能耗、抗高温、高发光效率等特性，在射频、功率器件、光电子及国防军工等应用领域优势显著。

GaAs是较为重要、技术成熟度最高的化合物半导体材料之一。相比Si，GaAs材料具备禁带宽度大、电子迁移率高的特性，能显著降低射频尺寸、降低功耗，也具备成本优势。相比于GaN和SiC等新兴的二元系化合物半导体材料，GaAs技术成熟，具备较为明显成本优势。GaAs广泛应用在射频和光电子领域。

GaN作为一种宽禁带半导体，因具有高功率密度、能耗低、适合高频率、支持更宽带宽等特点，主要用于微波射频、电力电子和光电子等领域。微波射频方向主要为5G通信和卫星通讯等应用；电力电子包括消费电子快充、新能源汽车等应用；光电子方向主要为LED等领域。目前GaN技术仍在快速发展阶段，成本相对较高。

SiC有较高的载流子迁移率，能够提供较高的电流密度，且耐高温、耐高压，因此常被用来做功率器件。SiC在电压600V及以上的高功率领域具有优势。与GaN类似，SiC技术也在快速发展阶段，成本相对较高。

图1：GaAs/GaN天线能具备尺寸小/低功耗/低成本等优势

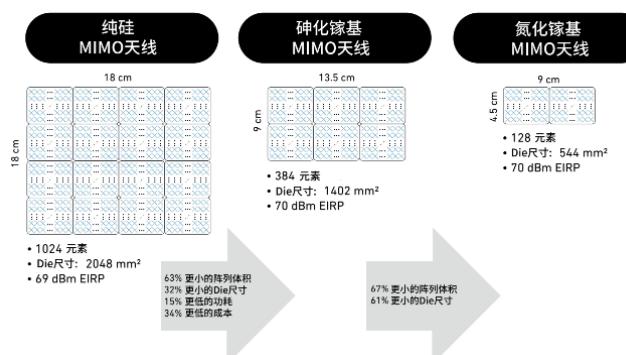
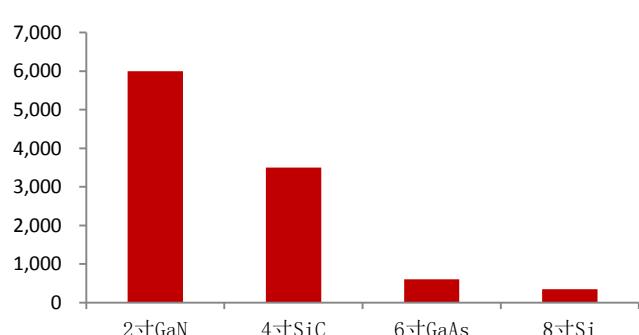


图2：GaN 和 SiC 代工价格较高（美元）

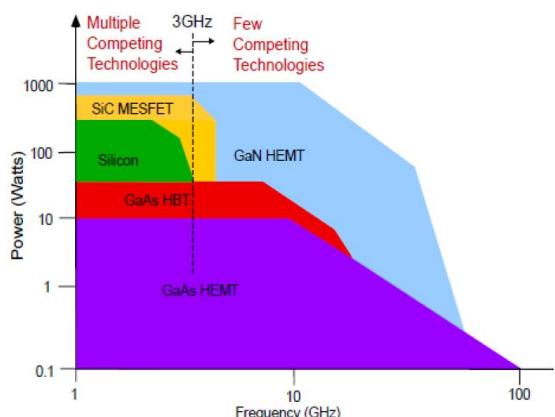


数据来源：Qorvo、东方证券研究所

数据来源：互联网、东方证券研究所

GaAs/GaN/SiC 应用领域不同。 GaAs 是当前应用最广泛的射频材料，被广泛应用在射频、无线通信以及特种应用上。GaAs 应用的工作频率主要在 8G Hz 以内，适合中低功率器件，例如微基站和手机射频材料。而高功率射频方向，GaN 具备明显优势，是 5G 宏基站的必备材料，此外，GaN 作为快充材料，能显著降低充电器尺寸，并降低功耗，目前在手机快充中快速渗透。SiC 是功率器件的理想材料，尤其在耐高压方面 (>600V)，性能优势显著，广泛应用于新能源汽车、电力设备等领域。

图 3：不同化合物半导体适应的工作频率和输出功率不同



数据来源：英飞凌、东方证券研究所

图 4：GaAs、SiC、GaN 优势应用领域不同

GaAs、SiC、GaN 优势应用领域	
功率器件	Si 基 GaN——高频、中低压 SiC——高压、高功率 0-300V——Si 300V-600V——GaN >600V——SiC
射频器件	中低功率——GaAs； 高功率——SiC 基 GaN
光电子	红光、红外光——GaAs 蓝光/绿光——GaN

数据来源：互联网、东方证券研究所整理

1.2 技术成熟&成本下降，SiC/GaN 有望加速渗透

SiC/GaN 技术稳步提升，产品供应迅速上量。 衬底及外延方面，6 英寸 SiC 产品已实现量产，并已完成 8 英寸衬底的研发；SiC 基 GaN 外延材料 4 英寸与 6 英寸共存，Si 基 GaN 外延主流尺寸为 6 英寸，未来 6 英寸的 SiC 基 GaN 和 8 英寸的 Si 基 GaN 为主要发展趋势。

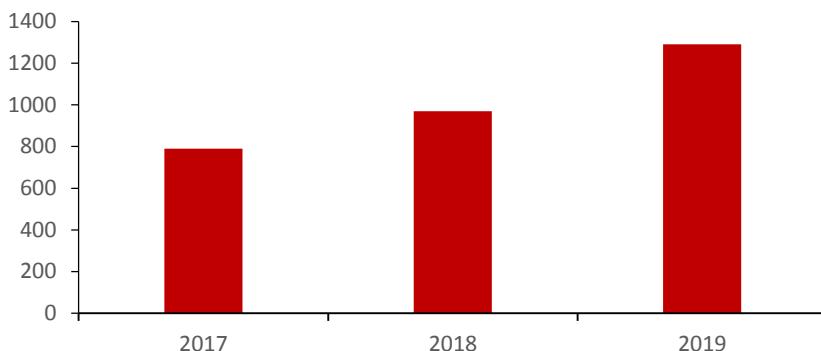
根据 CASA 报告显示，2019 年各厂家在售的各类 SiC/GaN 产品种类较 2017 年增加了 6 成，仅 2019 年就新增了 321 款新品。SiC 电力电子器件已覆盖大部分应用需求，功率模块新品推出加速，2019 年推出模块新品数量占新品总数一半以上；GaN 功率器件性能逐步提升，射频器件供应上量。

图 5：SiC/GaN 技术稳步提升

材料	产品	技术进展
SiC	衬底/外延	6 英寸 SiC 材料已商业化，科锐首批 8 英寸 SiC 衬底制样完成，预计 2022 年实现量产
	器件/模块	SiC 电力电子器件已覆盖大部分应用，2019 年各厂商新推出数款车规级产品。SiC 功率模块实现最高工作电压 3300V，器件性能实现突破，高性能新品推出加速。
GaN	衬底/外延	SiC 基 GaN 外延材料实现 4 英寸与 6 英寸共存，并逐步向 6 英寸过渡。Si 基 GaN 外延主流尺寸为 6 英寸，但由于 Si 衬底成本较低，未来 8 英寸 Si 基 GaN 的材料外延技术将成为主要发展趋势
	器件/模块	Si 基 GaN 电力电子器件室温下电流达到 150A，垂直型 GaN SBD/垂直型 GaN p-n 二极管等多种器件电压有所提升。各厂商推出的 GaN 射频器件支持多个频段，功率效率大大提升

数据来源：CASA Research、东方证券研究所

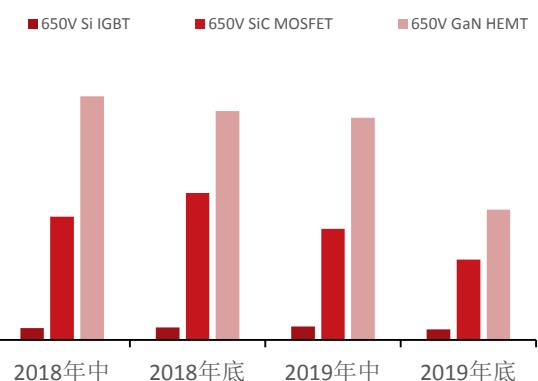
图 6：2017-2019 年各厂家在售的 SiC/GaN 产品数量（款）



数据来源：Mouser、CASA Research、东方证券研究所

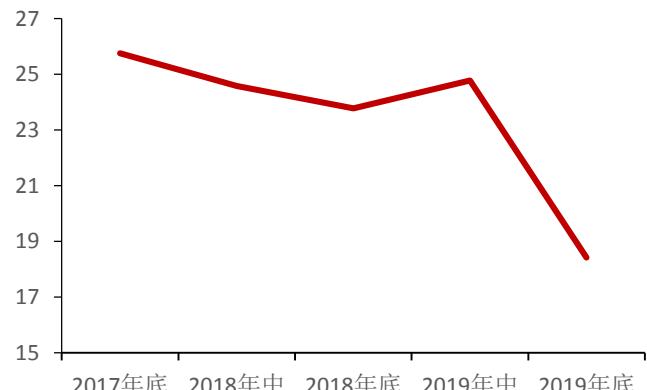
SiC/GaN 器件价格持续下滑。总体来看，目前 SiC/GaN 器件成本还是远高于 Si 产品，但随着技术的进步，产品良率的提升，规模效应的增强，SiC/GaN 器件价格持续下滑。功率产品方面，以 650V SiC MOSFET 为例，其产品价格从 2018 年中的 3.44 元/A 下降到 2019 年年底的 2.24 元/A。射频产品方面，RF GaN HEMT 近期降价更是显著，2019 年底平均价格较 2018 年降幅近 23%。

图 7：2018-2019 年 650V 晶体管器件平均价格（元/A）



数据来源：Mouser、CASA Research、东方证券研究所

图 8：2017-2019 年 RF GaN HEMT 平均价格（元/W）



数据来源：Mouser、CASA Research、东方证券研究所

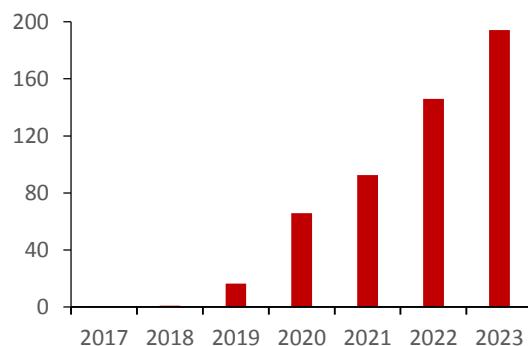
得益于 SiC/GaN 器件技术成熟&成本下降，SiC/GaN 器件有望加速渗透。得益于 SiC/GaN 功率产品性能的提升，其有望在新能源汽车、快充等市场中获得广泛应用，根据 Yole 预测，2023 年 SiC、GaN 电力电子器件的市场规模将分别增长至 14 亿和 3.7 亿美元，市场渗透率分别达到 3.75% 和 1%。GaN 射频器件在 5G 宏基站建设和国防建设的旺盛需求下，叠加 GaN 射频器件成本下降，需求有望快速放量，根据 Yole 数据预测，2023 年 GaN 射频器件需求量将达到 194.3 百万个，19-23 年 CAGR 达到 85.8%。

图 9：SiC/GaN 在电力电子领域的渗透率情况



数据来源：Yole、CASA Research、东方证券研究所

图 10：2017-2023 年 GaN 射频器件需求量预测（百万个）

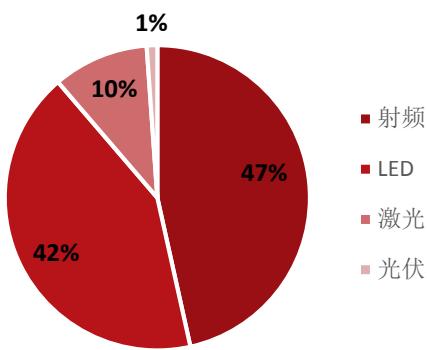


数据来源：Yole、CASA Research、东方证券研究所

2 GaAs：射频和光电子需求旺盛，有望保持高增长

GaAs 是较为成熟的二元半导体化合物材料，主要应用在射频、LED、光电子等领域，其中射频是 GaAs 下游最大的应用领域，占比为 47%。GaAs 市场总体规模较大，2018 年全球砷化镓元件市场总产值达到 89 亿美元。

图 11：GaAs 下游应用领域



数据来源：yole、东方证券研究所

图 12：GaAs 射频器件应用



数据来源：yole、东方证券研究所

受益射频和光电子需求旺盛，GaAs 有望保持持续高增长。射频端，5G 手机需要更多的 PA，对 GaAs 需求有望保持稳定增长；手机 WIFI PA 和路由器 WIFI PA 对 GaAs 需求有望保持快速增长。光电子端，受益 3D 深度相机在手机端快速渗透，GaAs 激光器有望保持快速增长。根据中国产业信息网的报告，全球 GaAs 产值有望从 2018 年的 89 亿美元，增长到 2023 年的 143 亿美元，19-23 年 CAGR 为 10%。

图 13：16-23 年全球 GaAs 产值及预测

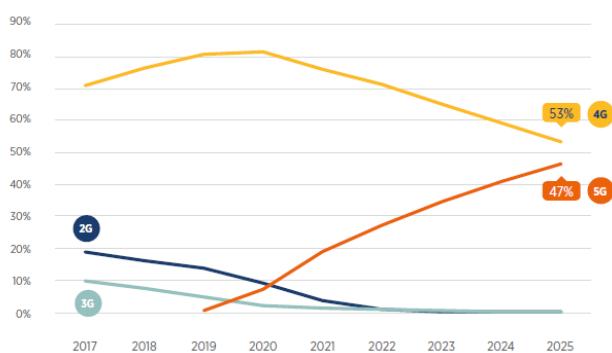


数据来源：中国产业信息、东方证券研究所

2.1 GaAs PA 为主流技术，受益于 5G 等行业趋势

5G 手机渗透率快速提升。手机市场正迎来 5G 换机潮，全球 2019 年 5G 手机销量为 1870 万部，渗透率约为 1.4%，GSMA 预测 5G 手机 2025 年出货量有望达到 7 亿部，渗透率达到 47%。随着国内 5G 网络部署超预期，中国 5G 用户快速提升，截止到 20 年 3 月底，中国移动 5G 用户已经超过了 3 千万，保守估计三大运营商 5G 用户已经超过了 6 千万。

图 14：5G 渗透率快速提升



数据来源：《GSMA 中国移动经济发展 2020》、东方证券研究所

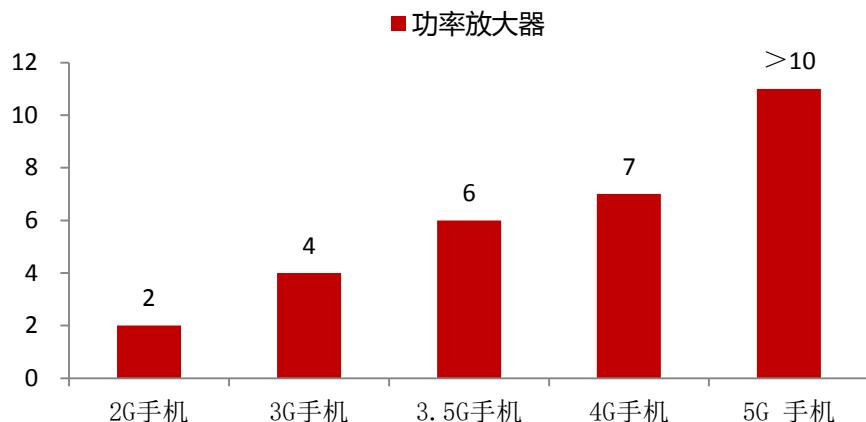
图 15：三大运营商 5G 用户（截止 20.3）和 5G 入网许可手机数（截止 20.4）



数据来源：赛迪智库、东方证券研究所

5G 手机需要更多的功率放大器。4G 的射频通信需要用到 5 模 13 频，平均使用 7 颗 PA。由于 5G 新增了频段（n41 2.6GHz, n77 3.5GHz 和 n79 4.8GHz），未来还需要新增 6GHz 以上高频段，同时需要继续兼容 4G、3G、2G 标准，因此 5G 手机需要更多的 PA，最多可达 16 颗，平均也有望超过 10 颗。

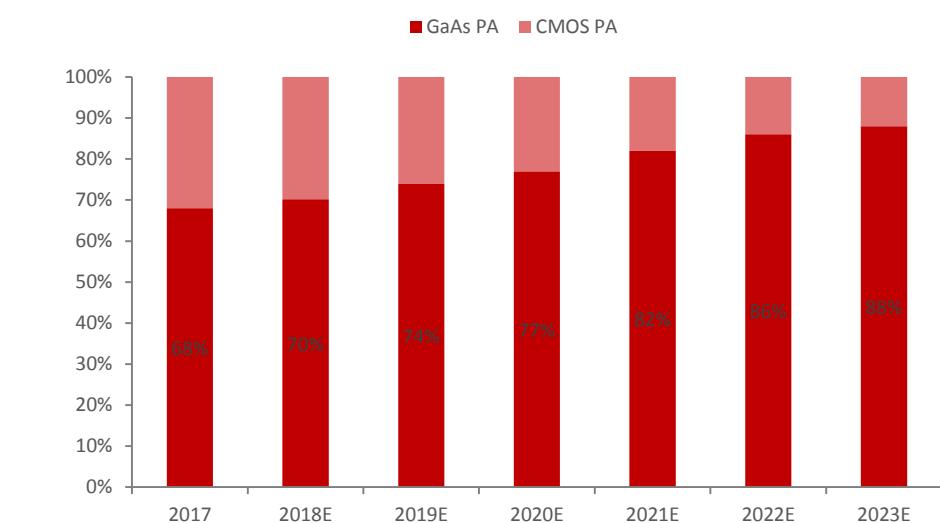
图 16：5G 手机 PA 数量显著增加（个）



数据来源：搜狐科技、东方证券研究所

GaAs 在手机 PA 渗透率有望持续提升。Si CMOS PA 在输出功率、工作频率等方面的性能明显不足，难以适应 5G 时代的高频、高功率。而目前 GaN PA 技术仍然不够成熟，成本较高。GaAs PA 性能优良，能满足 5G 手机 sub-6 G Hz 频段的需求，渗透率有望持续提升。

图 17：17-23 年手机端功率放大器材料占比及预测

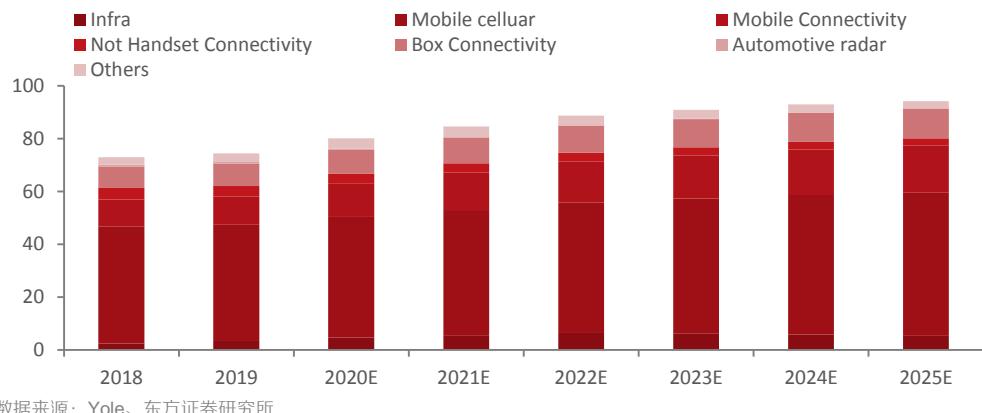


数据来源：yole、东方证券研究所

受益于手机 PA 放量，射频对 GaAs 需求有望持续增长。根据 Yole 的预测，手机 PA 对 GaAs 的需求将从 19 年的 43.9 万片/年（等价 6 寸片），增长到 25 年的 54.2 万片/年。此外，手机 WIFI PA 和路由器 WIFI PA 消耗砷化镓晶圆的数量也呈现快速增长，有望从 19 年的 10.6 万片/年增长到 25 年 18 万片/年。受益于手机 PA 需求稳定增长、手机 WIFI PA 和路由器 WIFI PA 快速增长，

射频对砷化镓需求有望保持稳定增长，整个 GaAs RF 对 6 寸砷化镓晶圆的需求将从 19 年的 74.4 万片/年增长到 25 年 94.1 万片/年，CAGR 约为 4%。

图 18：GaAs RF 市场（等价 6 寸晶圆）(万片)



数据来源：Yole、东方证券研究所

2.2 3D 深度相机商用全面开启，GaAs 光电子未来可期

GaAs 具有直接跃迁型的能带结构，导带底和价带顶之间的光跃迁可以垂直进行，发光效率较高。GaAs 材料主要应用于制作红光及红外器件。

图 19：GaAs 材料主要应用于制作红光及红外器件

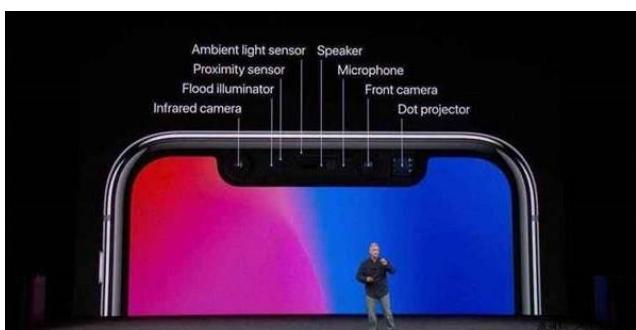
Color	Wavelength	Active layer	Substrate	Applications
UVA/Blue/Green	375 to 510nm	InAlGaN	Sapphire, SiC, Si, GaN	UV curing, general lighting, displays etc.
Yellow/Green	560 to 590nm	GaP	GaP	Indicators, displays etc. Strong market potential if efficiency can be increased to fill the green gap
Red/Orange/Yellow	580 to 640nm	GaAsP	GaP	General lighting, displays etc.
Red/Orange/Yellow	565 to 660nm	InGaAlP	GaAs	General lighting, displays etc.
Far red/IR	850 or 980 nm	AlGaAs	GaAs or AlGaAs ²	Datacom applications
Far red/IR	850 nm 940 nm	GaAs/AlGaAs	GaAs	3D Imaging & Sensing, proximity sensors , autofocus systems, optical mouse
IR	905 to 1200 nm	GaAs	GaAs	Short distance communication, LIDAR
IR	1,050 to 1,060nm	InGaAsP	GaAs	Optical telecommunication
IR	1.2 to 1.6μm	InGaAsP	InP	Optical telecommunication
IR	1.6 to 2.4μm	GaInAsSb/AlGaAsSb	GaSb	Medical and instrumentation
IR	2.5 to 5μm	GaInAsSb/AlGaAsSb	InAs	Medical and instrumentation

数据来源：yole、东方证券研究所

3D 深度相机商用全面开启。2017 年，苹果公司推出集成人脸识别结构光前置摄像头的 iPhone X，开启了 3D 深度相机在手机端的商用，该结构光的发射光源采用 GaAs 激光器（垂直腔面激光器，VCSEL）。2020 年 3 月，苹果推出配置后置 ToF 摄像头的 iPad Pro，采用相似的 VCSEL 发射光

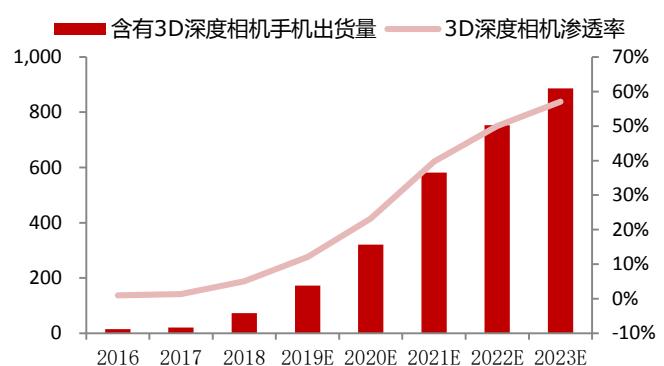
源，苹果也有望在 2020 年 9 月发布的 iPhone 上采用后置 ToF 摄像头，形成前置结构光+后置 ToF 的双 3D 深度摄像头的配置，单部手机的 VCSEL 用量有望达到 2 颗。华为、OPPO、Vivo、小米、三星等手机厂商也都有望在手机上逐步配置 ToF 摄像头，采用 VCSEL 光源。根据 Yole 的报告，2018 年 3D 摄像头出货量约为 7300 万，预计到 2023 年，将增长到 8.9 亿，CAGR 为 65%。

图 20：iPhone X 开启了 3D 深度相机的大门



数据来源：互联网、东方证券研究所

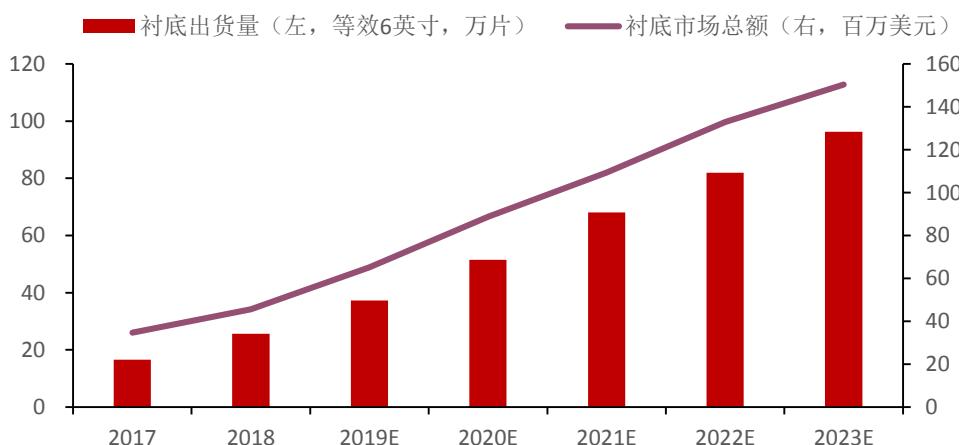
图 21：16-23 年含有 3D 深度相机手机出货量及预测（百万部）



数据来源：Yole, IDC, 东方证券研究所

3D 摄像头出货量爆发性增长有望打开 GaAs 成长新空间。根据 yole 预测，光电子应用的 GaAs 晶圆出货量在 2017 年至 2023 年期间的复合年增长率（CAGR）为 37%，到 2023 年将实现 1.5 亿美元市场规模。

图 22：17-23 年光电子领域用 GaAs 衬底出货量及市场规模



数据来源：yole、东方证券研究所

未来，汽车激光雷达有望为 GaAs 贡献新的增长空间。手机仅仅只是 VCSEL 的其中一个应用场景，随着智能驾驶的发展，尤其到 L4 和 L5 阶段，汽车对激光雷达的需求越来越旺盛，根据麦肯

锡公司的预测，到 2030 年汽车年生产量将达到 1.15 亿台，其中将有 15%的汽车实现高级自动驾驶，并有 45%实现低级自动驾驶。在 2030 年自动驾驶用的激光雷达市场将达到 180 亿美元以上，年复合增速 51%。

图 23：17-27 年 GaAs 工业演变过程：从手机到汽车

Evolution of the GaAs industry, from 2017 to 2027 By market segment

(Source: GaAs Wafer and Epiwafer Market: RF, Photonics, LED, and PV applications, Yole Développement, July 2018)



数据来源：yole、东方证券研究所

3. GaN：5G 关键器件，射频/电力电子领域优势显著

3.1 GaN：适合高频、高功率、低压应用领域

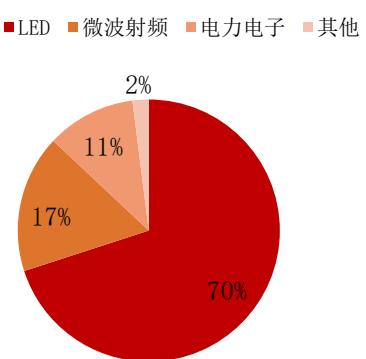
GaN 器件 1990 年开始用于发光二极管中，开启了其商业化大门。作为一种宽禁带半导体，其具有禁带宽度大、击穿场强高、饱和电子迁移速率高、热导率大、介电常数小、抗辐射能力强等特性，适合制作高频、大功率、高密度集成和抗辐射的电子器件，广泛应用智能电网、高速轨道交通等电力电子领域及 5G 基站、雷达等微波射频领域。根据金智创新的数据，2017 年，国内 GaN 下游中 LED、微波射频、电力电子（功率器件）应用占比分别为 70%，17% 和 11%。

图 24: GaN 下游主要应用



数据来源：锐观网，东方证券研究所

图 25: 国内 GaN 下游应用份额分布（2017 年）



数据来源：金智创新，东方证券研究所

在电子器件领域，GaN 更适合高频、高功率、低压应用领域。在射频应用方面，相比于 GaAs 和 Si，GaN 具有更高的电子饱和漂移速度和更大的禁带宽度，导通损耗较低，适用于大功率、高频的射频应用。在功率半导体应用方面，由于其在高压场景表现不如 SiC，因此主要应用在低压领域。具体来看，目前 GaN 的优势领域在 200-600V 的低压领域，而 SiC 主要应用于 600V 以上的中高压领域。

图 26: 目前 GaN 功率器件主要应用在 200-600V 的低压领域



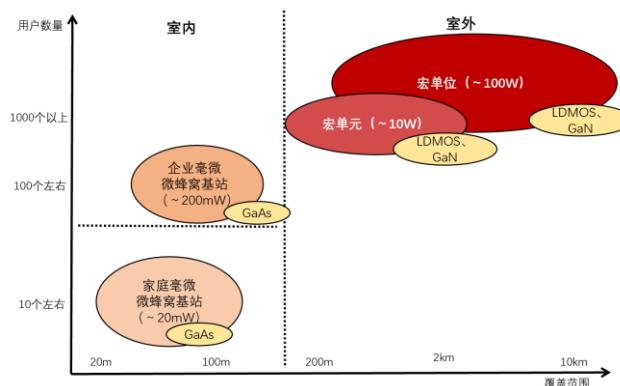
资料来源：创道咨询、东方证券研究所

3.2 射频需求旺盛&快充快速起量，GaN 未来前景广阔

➤ 射频功放需求旺盛

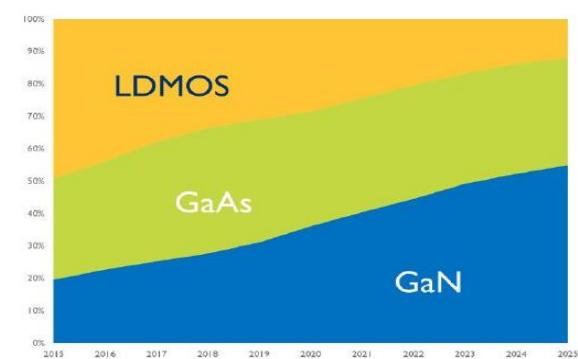
当前射频功率放大器主要有三种工艺：GaAs、GaN 和基于 Si 的 LDMOS。前文所述的 GaAs 输出功率较低（一般低于 50W），主要应用于终端射频前端和微蜂窝基站建设。而 GaN 和 LDMOS 输出功率较高，主要应用于宏基站射频单元中。在 4G 基站建设中，LDMOS 器件是市场的主流。预计在 5G 建设中，GaN 器件将逐步成为宏基站应用的主流，此外，军事领域 GaN 射频市场也将维持高景气，预计 GaN 在射频功率器件应用中的占比将持续显著提升。

图 27：GaAs、LDMOS、GaN 用于不同的基站



数据来源：互联网、东方证券研究所整理

图 28：GaN 在整个射频市场中的占比将持续提升



数据来源：Yole、东方证券研究所

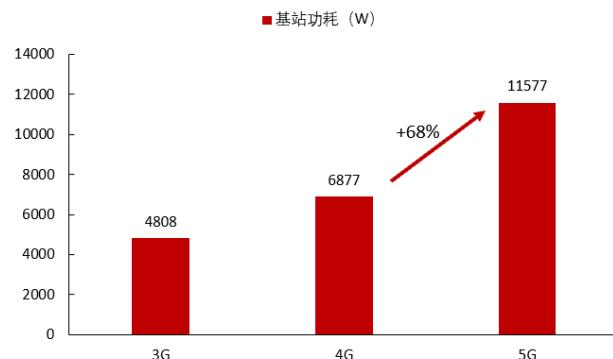
5G 宏基站对射频器件提出了更高的要求。5G 给基站建设带来的挑战主要有：1) 更高频率和更大带宽：4G 的频率范围为 1.88GHz-2.635GHz，而 5G 的 Sub-6GHz 频段和毫米波频段的频率分别可达到 0.45GHz-6GHz 和 24.25GHz-52.6GHz，分量载波带宽可达 100MHz。2) 更高功率效率的需求；3) 更高功率密度的需求：根据华为，5G 基站的功率将超过 11Kw，相比于 4G 基站功率提高 68%，运营商需要大幅提高功率密度以在相同大小的空间内提供更高的功率。4) 更小体积：5G Massive MIMO 和波束成形技术采用阵列天线，器件数量的大幅增加，设备小型化的需求驱动内部器件小型化。

图 29：5G 所用频率远高于 4G

频段	
4G	1880-1900MHz, 2320-2370MHz, 2575-2635MHz
5G	FR1 (Sub-6GHz) : 450MHz-6000MHz ; FR2 (毫米波) : 24250Mhz-52600MHz

数据来源：互联网、东方证券研究所

图 30：5G 基站功率较 4G 基站提升了 68%



数据来源：华为、东方证券研究所

GaN 射频器件更适用于 5G 宏基站。GaN 射频器件能很好的适应 5G 宏基站的高要求：1) 传统的 LDMOS 仅在 3.5GHz 及以下表现良好，无法适应 5G 的高频率，而 GaN 适应的频率范围拓展了

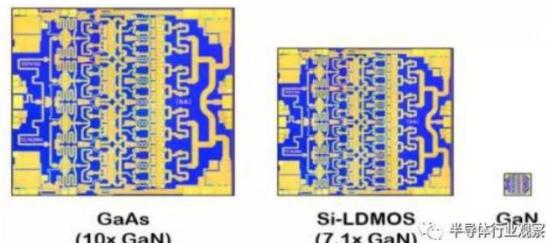
40Hz 甚至更高，适应了 5G 高频的需求。另外，GaN 器件更高效率、更高输出阻抗和更低寄生电容能够更容易实现带宽匹配。2)GaN 具有软压缩特性，更容易预失真和线性化，实现更高的效率。3) GaN 可以做到更高的功率密度，达到 LDMOS 器件功率密度的 4 倍左右。4) 体积方面，GaN 封装尺寸仅 LDMOS 的 1/4-1/7。

图 31：GaN 能更好适应 5G 宏基站建设

	LDMOS	GaAs	GaN
适用频率	3.5GHz 以下	8GHz	40GHz
输出功率	1800W	50W 以下	1800W
功率密度	1-2W/mm	-	6-8W/mm
尺寸	1x	较小	1/4-1/7x
适用范围	4G 基站	终端射频前端	5G 宏基站、小基站

数据来源：拓墣产业研究院、东方证券研究所

图 32：GaN 封装尺寸可做到 LDMOS 的约 1/7



数据来源：半导体行业观察、东方证券研究所

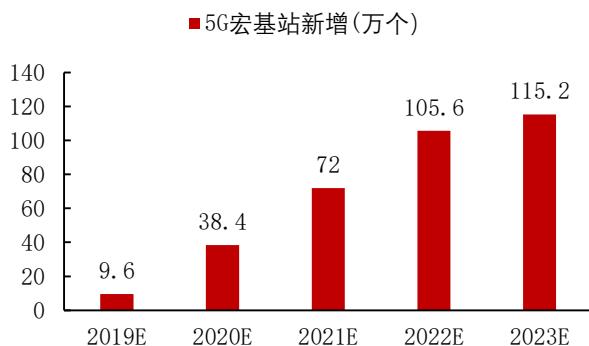
受益于 5G 宏基站快速放量，GaN 器件用量有望快速提升。全球主要国家如美日中韩等国都已开启 5G 商用，基站建设正处于逐步放量阶段。5G 宏基站将以 64 通道的大规模阵列天线为主，按三个扇区计算，单基站 PA 需求量将高达 192 个。根据拓墣产业研究院的预测，国内 5G 宏基站建设将于 2023 年左右达到高峰，年新增 115 万个以上，对应 PA 需求高达 2.21 亿个。随着 GaN 器件成本的下降和工艺的成熟，GaN PA 渗透率将不断提升，拓墣产业研究院估计 2019 年 5G 宏基站 PA 中 GaN 占比在 50% 左右，预计到 2023 年 GaN 占比将达到 80%，对应 112.6 亿元国内市场需求数求。

图 33：全球主要国家开启 5G 商用，5G 基站建设加速



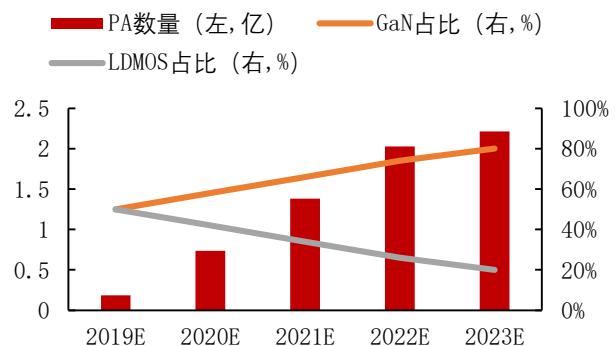
资料来源：前瞻产业研究院、东方证券研究所

图 34：国内 5G 宏基站新增预测



资料来源：拓墣产业研究院，东方证券研究所

图 35：5G 宏基站 PA 数量增长迅速，GaN 占比不断提升



资料来源：拓墣产业研究院，东方证券研究所

军用雷达升级驱动 GaN 射频市场快速起量。军用雷达升级体现在两个方面：一是基于 GaN 的有源电子扫描阵列(AESA)雷达系统替换原有的基于 GaAs 的 AESA 雷达系统和基于行波管(TWT)的系统。这主要是因为两个方面的原因：一方面 GaN 的高功率提高了抗干扰能力，扩大了作用距离或搜索范围；另一方面，采用 GaN 后，较小的孔径就能够形成与不采用 GaN 的较大孔径相同的作用距离和搜索范围。因此向基于 GaN 的 AESA 雷达系统升级成为趋势，各国的军队正在同时升级至 AESA 雷达和 GaN 芯片。二是 AESA 天线架构的升级，下一代 AESA 天线将在同一个射频前端组合产生不同工作模式，包括雷达、通信和电子战，这将产生更高的单片微波集成电路(MMIC)的需求，对应 GaN 的需求也将相应提升。在上述两种因素的驱动下，军用射频市场持续景气。

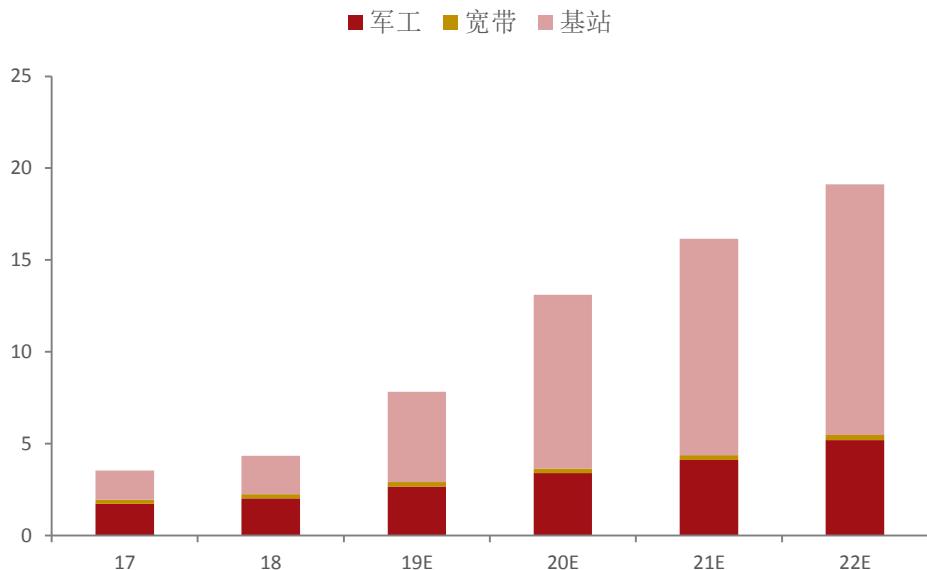
图 36：现有雷达系统向基于 GaN 的 AESA 雷达系统升级



资料来源：互联网、东方证券研究所

5G 宏基站和军事应用爆发有望推动 GaN 射频市场高速增长。根据 Qorvo 预测，全球基站和军事 GaN 射频器件市场将分别从 2018 年的 2.1 亿美元和 2.0 亿美元增长到 2022 年的 13.6 亿美元和 5.2 亿美元，CAGR 分别为 60% 和 27%，全球 GaN 射频器件市场规模将从 2018 年的 4.3 亿美元达到 2022 年的 19.1 亿美元，CAGR 约 45%。

图 37：17-22 GaN 射频器件市场规模预测（亿美元）



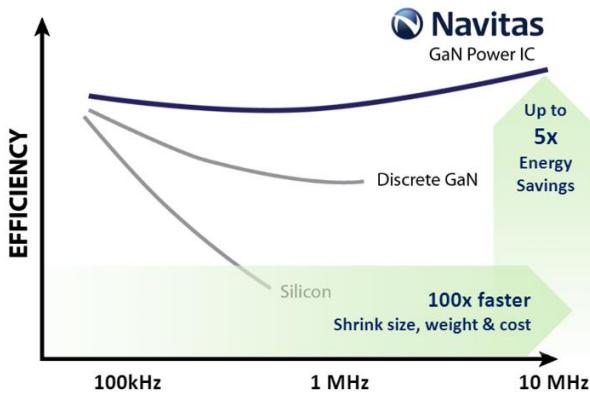
资料来源：Qorvo，东方证券研究所

➤ 快充快速起量

GaN 功率器件技术优势明显：GaN 功率器件开关频率高、导通电阻小、电容小、禁带宽度大、耐高温、能量密度高、功率密度大，可在高频情况下保持高效率水平，实现更高效的快充，适合于高功率电子产品。相比较而言，传统硅器件开关速度越快，效率越低，在实现高功率充电上存在技术障碍。

GaN 可集成外围驱动，减小整体体积：传统的硅器件是垂直结构，不能集成外围驱动；GaN 功率器件是平面架构，可以集成外围驱动和控制电路，将 IC 体积做小，显著降低成本。

图 38：GaN 相较于硅器件，可同时实现高频率高效率



数据来源：Navitas、东方证券研究所

图 39：GaN 可集成外围驱动，缩小体积



数据来源：Navitas、东方证券研究所

多款 GaN 充电器问世，产品趋势明显。OPPO 在去年 11 月成为全球首家推出 GaN 充电器的手机厂商，但其 65W 快充仅支持其自有的 SuperVOOC 快充协议，且接口为 USB-A，无法兼容大部分笔记本电脑，仅适合 OPPO 产品。目前已有多家充电器厂商推出了 GaN 充电产品。在今年 CES2020 展上，30 家厂商展出了 66 款 GaN 快充充电器，体积均小于传统充电器，且大部分产品均支持 PD、QC 等快充协议，配置 USB-C 接口。即将发布的 Realme X50 Pro 有望采用 65W SuperDart 超级闪充 GaN 充电器。5G 手机功耗的提高带来更强烈的快充需求，65W、甚至 100W 以上充电器有望快速普及，GaN 快充充电器有望成为市场主流。

图 40：OPPO GaN 65W 充电器产品



数据来源：OPPO 官网、东方证券研究所

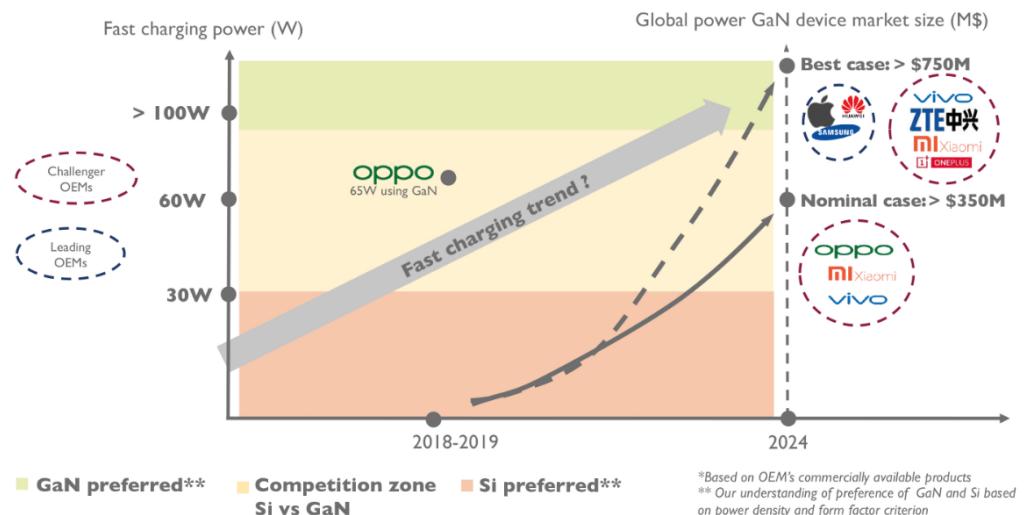
图 41：ANKER 在 CES 展上推出的 GaN 充电器



数据来源：充电头网、东方证券研究所

GaN 功率半导体市场高速增长。根据 Yole，全球 GaN 功率半导体市场规模在 2018 年仅为 873 万美元，保守预测到 2024 年将超过 3.5 亿美元，18-24 年的年均复合增长率达到 85%。若按乐观的情况估计，苹果、三星、华为等手机厂商同样采用 GaN 电源适配器，预计 2024 年全球 GaN 功率半导体市场规模将超过 7.5 亿美元。我们推测，如果笔记本电脑、平板电脑、轻混电动汽车等都采用 GaN 快充，市场空间有望更大。

图 42：高功率快充需求推动 GaN 功率半导体市场规模快速提升



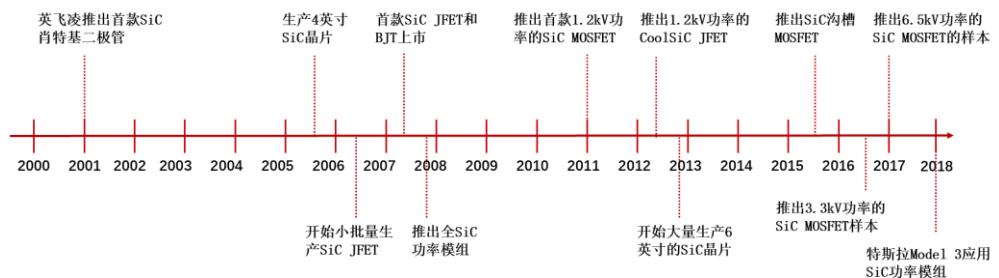
数据来源：Yole、东方证券研究所

4. SiC：高压功率半导体关键器件，受益于新能源汽车快速增长

4.1 SiC：主要应用于高电压功率半导体领域

SiC 是一种新型半导体材料，SiC 功率器件的研发自 1970 年代便已开始，2001 年英飞凌推出了第一款 SiC 器件——300V~600V(16A)的 SiC 肖特基二极管，随后，SiC 功率器件开始了迅速的商业化发展，2007 年 SiC JFET、BJT 上市，2011 年首款 1.2kV SiC MOSFET 上市，2015 年 SiC Trench MOSFET 开始导入市场，2016 及 2017 年，3.3kV 和 6.4kV SiC 功率 MOSFET 试样出现，SiC 功率器件不断向更高压拓展。2018 年，特斯拉 Model3 首次采用 SiC 功率器件。伴随电动汽车的发展，SiC 市场来到了一个新的快速发展的阶段。

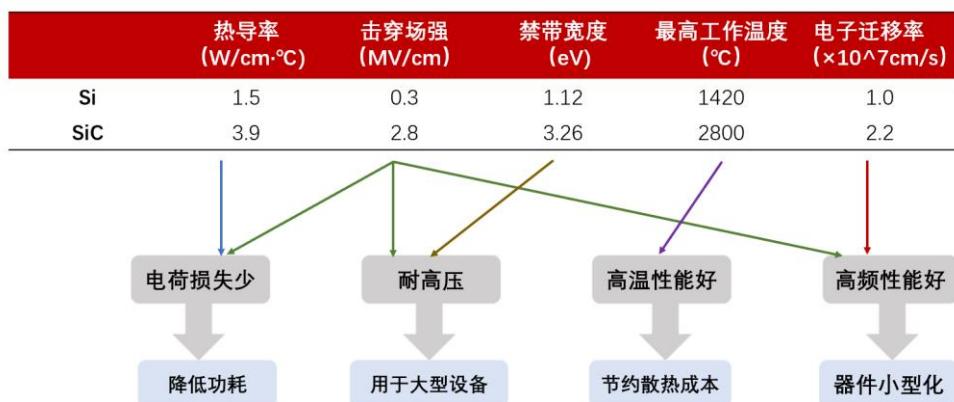
图 43：SiC 功率半导体发展历程



数据来源：互联网、东方证券研究所

SiC 更适合高压功率器件应用，未来前景广阔。 SiC 与传统的 Si 半导体相比，具有宽禁带（Si 的 3 倍左右）、高击穿场强（Si 的 9 倍以上）、高热导率（Si 的 2.5 倍以上）、高工作温度（Si 的 2 倍）、高电子迁移率（Si 的 2 倍以上）的性能特征，在应用中具有电荷损失少、耐高压、高温高频性能好的特点，能够降低器件功耗、节约散热成本、小型化器件，并可用于大型高压设备。未来在汽车、工业、IT 及消费电子等多个领域的应用中有替代 Si 基器件的潜力，未来前景广阔。

图 44：SiC 与 Si 相比具有诸多优势



数据来源：创道咨询、东方证券研究所

图 45：SiC 器件能在汽车、工业、IT 及消费电子多个领域中替代 Si 器件



数据来源：创道咨询、东方证券研究所

4.2 新能源汽车及充电桩数量快速增长，SiC 器件需求旺盛

未来几年中，新能源汽车及充电桩将成为 SiC 功率半导体市场快速增长的主要驱动力量。

新能源汽车应用中，SiC 功率半导体相比于 Si 基器件可实现轻量化和高效率。新能源汽车系统中，应用功率半导体的组件主要包括：DC/AC 逆变器、DC/DC 转换器、电机驱动器和车载充电器（OBC）。目前，电动汽车中的功率半导体器件主要为 Si 基器件，但新兴 SiC 功率器件在性能上更具优势。在 DC/AC 逆变器的设计中，SiC 模组代替 Si 模组能够显著降低逆变器的重量和尺寸，同时做到节能，在相近的功率等级下，SiC 模组逆变器重量可降低 6kg，尺寸可降低 43%，同时开关损耗降低 75%。在 DC/DC 转换器的设计中，SiC-MOSFET 替代 Si-IGBT 能够提高输入、输出电压，并且可以提高开关频率（开关频率越高，输出电容和电感越小，从而节省电路板面积）和功率密度，实现组件的小型化。此外，根据 Aachen University 的数据，在相同的输入功率下，三相 SiC DC/DC 转换器的效率要平均高出对应的单相 Si DC/DC 转换器的效率 1 个百分点左右。

图 46：DC/AC 逆变器应用 SiC 模块能显著降低重量和体积



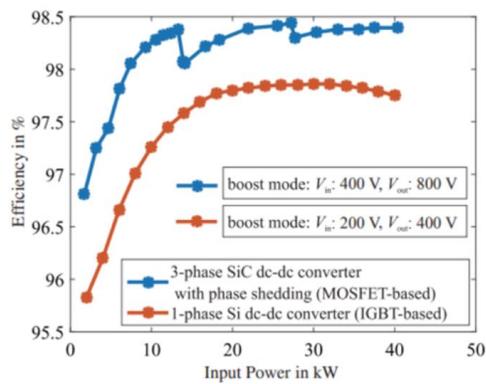
数据来源：互联网、东方证券研究所

图 47：SiC DC/DC 转换器高频和功率密度高的特性有助于器件实现轻量化

指标	Si DC-DC 转换器	SiC DC-DC 转换器
器件	Si-IGBT (650V)	SiC-MOSFET (1200V)
功率/相	40kW	14kW
输入电压	120-280V	80-500V
输出电压	max 400V	max 900V
开关频率	16kHz	150kHz
功率密度	6.9kW/dm ³	43kW/dm ³

数据来源：Yole、东方证券研究所

图 48：SiC DC/DC 转换器同功率下具有更高的效率



数据来源：Aachen University、东方证券研究所

SiC 功率器件轻量化、高效率、耐高温的特性有助于有效降低新能源汽车系统成本。以 2018 年特斯拉 Model 3 中首次搭载的 SiC 功率器件为例，其轻量化的特性节省了电动汽车内部空间，高效率的特性有效降低了电动汽车电池成本，耐高温（200 度也能正常工作）的特性降低了对冷却系统的要求，节约了冷却成本。虽然应用 SiC 功率器件增加了 300 美元左右的前期成本，但是以上方

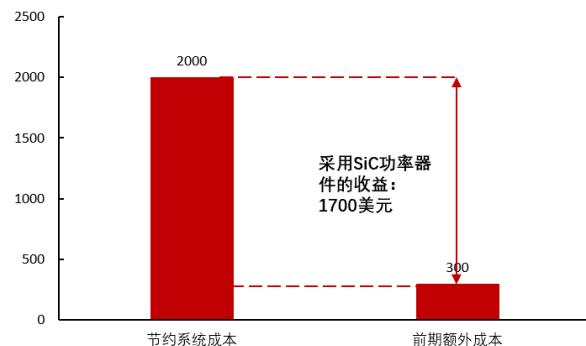
面的改观可节约近 2000 美元的系统成本，总体来看，采用 SiC 功率器件带来了 1700 美元以上的正收益。

图 49：特斯拉 Model 3 中的 SiC 器件



数据来源：Yole、互联网、东方证券研究所

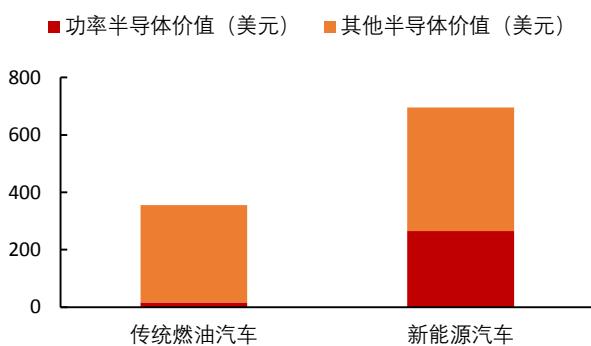
图 50：SiC 功率器件节约系统成本（美元）



数据来源：创道咨询、东方证券研究所

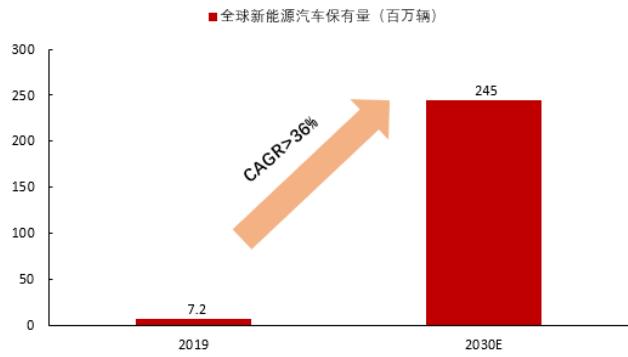
受益于新能源汽车中功率半导体价值大幅提升和新能源汽车销售放量增长，车用 SiC 功率器件有望充分受益。根据英飞凌的统计，传统燃油车向新能源汽车升级大幅增加了半导体器件的价值，约从平均 355 美元增加至 695 美元，而其中半导体功率器件增幅更为显著，约从原 17 美元增长 15 倍至 265 美元，为功率半导体尤其是 SiC 功率半导体带来了更大的机遇。根据英飞凌的预测，SiC 器件在新能源车中的渗透率有望不断提升，将从 2020 年的 3% 提升至 2025 年的 20%。根据国际能源署（IEA）的预测，在可持续发展情境下，全球电动汽车保有量将从 2019 年的 720 万辆以年均超过 36% 的增速增长至 2030 年的 2.45 亿辆。在上述两种因素的作用下，预计车用 SiC 功率器件将维持旺盛的需求。

图 51：新能源汽车中功率半导体价值量大幅提升



数据来源：英飞凌、东方证券研究所

图 52：可持续发展情境下新能源汽车保有量预测



数据来源：IEA、东方证券研究所

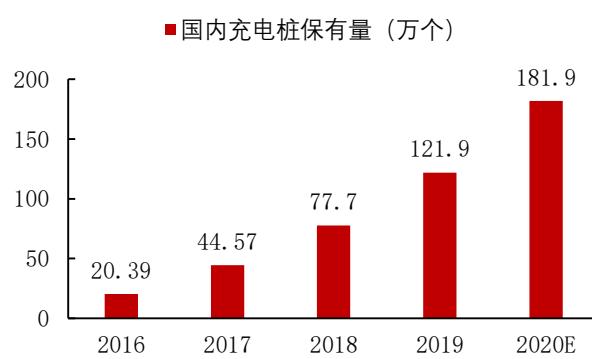
充电桩建设加速，为 SiC 功率器件市场打开了一个新的增量市场。根据国家发改委的数据，截至 2019 年底，我国充电设施数量 120 多万个，与 380 多万辆的新能源车保有量相比仍是短板，未来建设将持续加速，仅 2020 年就预计新建充电桩 60 万个以上。一个直流充电桩大约需要 170 个 MOS，SiC 器件用在充电桩中具有高功率密度、超小体积的优势，并且支持快速充电，成为未来的发展趋势。根据 CASA 测算，2018 年充电桩中 SiC 功率器件的渗透率仅有 10% 左右。未来 SiC 在充电桩中渗透率提升叠加充电桩建设加速，充电桩市场有望为 SiC 功率器件带来显著市场增量。

图 53：我国充电设施仍是短板



数据来源：互联网、东方证券研究所

图 54：充电桩建设不断加速

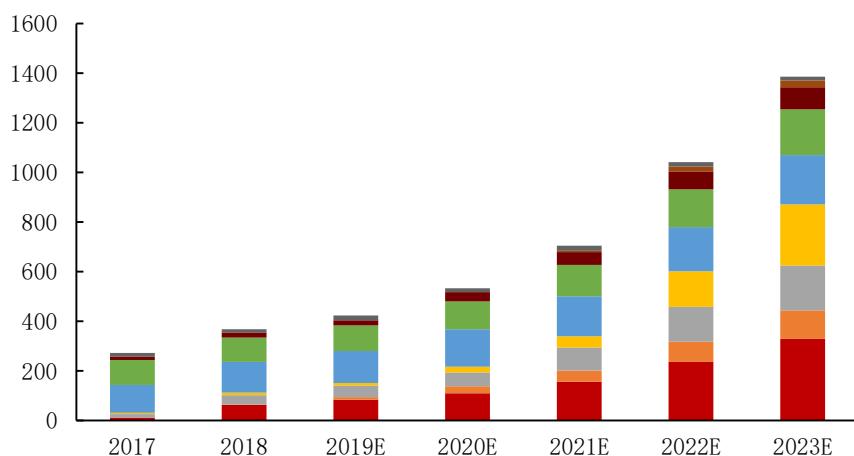


数据来源：产业信息网、国家发改委、东方证券研究所

受益于新能源汽车及充电桩建设的推动，SiC 功率器件市场将持续高速增长。根据 Yole 的预测，全球电动汽车和充电桩 SiC 功率器件市场规模将从 2018 年的 0.65 亿美元增长至 2023 年的 4.4 亿美元以上，CAGR 约 46%。除此之外，轨道交通、供电、电机驱动等领域也将保持较快的增速。总体来看，全球 SiC 功率器件市场规模将从 2018 年的 3.7 亿美元增长至 2023 年的近 14 亿美元，CAGR 超过 30%。

图 55：2019-2023 年 SiC 功率器件市场规模预测（单位：百万美元）

■ 电动汽车 ■ 充电桩 ■ 电机驱动 ■ 轨道交通 ■ 供电 ■ 光伏 ■ UPS ■ 风能 ■ 其他



数据来源：Yole、东方证券研究所

5. 投资建议

建议关注领先布局化合物半导体材料的三安光电、扬杰科技、华润微等。

三安光电(600703, 买入): 涵盖微波射频、高功率电力电子、光通讯等领域的化合物半导体制造平台；具备衬底材料、外延生长、以及芯片制造的产业整合能力。在微波射频领域，当前已推出具有国际竞争力的 GaAs HBT 、 pHEMT 等面向射频应用的先进制程工艺，已建成专业化、规模化的 4 寸、 6 寸化合物晶圆制造产线。在电力电子领域，现已推出高可靠性，高功率密度的 SiC 功率二极管及硅基氮化镓功率器件。在光通讯领域，已具备生产 DFB 、 VCSEL 、 PD APD 等数通产品的能力，并面向 3D sensing 、红外 LiDAR 等消费应用领域开发出高功率可见波段、红外波段 VCSEL ，及端面发光激光器 (EEL) 等应用产品。

扬杰科技(300373, 买入): 专业致力于功率半导体芯片及器件制造、集成电路封装测试等领域。早在 2015 年，扬杰科技就与中电 55 所开展碳化硅芯片和模块产品方面的合作，公司目前可以提供碳化硅 SBD 、碳化硅 JBS 等产品，并在积极研发碳化硅 MOSFET 器件。

华润微(688396, 未评级): 公司加码第三代半导体功率器件研发， 600V 硅衬底 GaN HEMT 器件已经研发完成，正在开始建设 GaN 外延材料；此外，公司已经完成 1200V 、 650V SiC JBS 产品开发和考核，并送客户试用，目前已完成 6 英寸 JBS 中试生产线一期项目建设。

风险提示

市场需求不及预期：化合物半导体的需求受 5G 建设、新能源车等影响，如果疫情持续发酵，下游需求不及预期，可能会使整个行业发展放缓；

核心技术研发不及预期： GaN/SiC 技术仍不成熟、成本仍然较高，如果核心技术得不到快速发展，将会影响 GaN/SiC 渗透率。

附录

图 56：化合物半导体材料特性优势显著

半导体材料	Si	GaAs	SiC	GaN	指标解释
300K 电子迁移率 (cm^2/(V·s))	1500	8500	1000	2000	电子在电场作用下移动快慢程度,反映的是单位电场作用下的平均漂移速度。迁移率大,电阻率小,通过相同电流时,功耗越小,电流承载能力越大。
电子饱和速度(10^7 cm/s)	1.0	1.3	2.0	2.5	载流子的漂移速度随着电场的增大而增大,但当电场增大到一定程度时,载流子的漂移速度达到极限值。电子饱和漂移速率越高,器件具有越低的导通电阻,导通损耗低,高频性能好。
击穿强度(MV/cm)	0.3	0.4	3.0	3.3	临界击穿电场决定器件的耐压能力,击穿场强越大,器件的阻断电压越大,适合高压电子器件,可应用于电化铁路、电力系统等方面。
热导率(W/cm*K)	15	0.5	4.5	>15	热导率高,散热更容易,器件可工作在更高的环境温度下。
工作温度(° C)	250	350	>500	>500	高温承受度,能够工作的温度环境。
介电常数 (C^2/(N*M^2))	11.9	13.1	9.7	9.8	介质在外加电场时会产生感应电荷而削弱电场,外加电场与最终介质中电场比值。介电常数低,单位面积的器件寄生电容小,因此对于同样的器件阻抗,介电常数小的材料可以使用的器件面积就大,这样就可以开发较高的 RF 功率水平。
禁带结构	间接带隙	直接带隙	直接带隙	间接带隙	直接带隙的半导体对光的利用率更好,发光效率高。
禁带宽度(eV)	1.1	1.4	3.2	3.4	禁带宽度的大小决定着电子从价带跳到导带的难易,决定着器件的耐压最高工作温度及导通损耗。
应用领域	VLSI	RF	PowerIC	RF	VLSI :超大规模集成电路; RF :射频器件; PowerIC :功率器件

数据来源：互联网、东方证券研究所整理

分析师申明

每位负责撰写本研究报告全部或部分内容的研究分析师在此作以下声明：

分析师在本报告中对所提及的证券或发行人发表的任何建议和观点均准确地反映了其个人对该证券或发行人的看法和判断；分析师薪酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来，均与其在本研究报告中所表述的具体建议或观点无任何直接或间接的关系。

投资评级和相关定义

报告发布日后的 12 个月内的公司的涨跌幅相对同期的上证指数/深证成指的涨跌幅为基准；

公司投资评级的量化标准

买入：相对强于市场基准指数收益率 15%以上；

增持：相对强于市场基准指数收益率 5%~15%；

中性：相对于市场基准指数收益率在-5%~+5%之间波动；

减持：相对弱于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级 —— 由于在报告发出之时该股票不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该股票的研究状况，未给予投资评级相关信息。

暂停评级 —— 根据监管制度及本公司相关规定，研究报告发布之时该投资对象可能与本公司存在潜在的利益冲突情形；亦或是研究报告发布当时该股票的价值和价格分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确投资评级；分析师在上述情况下暂停对该股票给予投资评级等信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该股票的投资评级、盈利预测及目标价格等信息不再有效。

行业投资评级的量化标准：

看好：相对强于市场基准指数收益率 5%以上；

中性：相对于市场基准指数收益率在-5%~+5%之间波动；

看淡：相对于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级：由于在报告发出之时该行业不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该行业的研究状况，未给予投资评级等相关信息。

暂停评级：由于研究报告发布当时该行业的投资价值分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确行业投资评级；分析师在上述情况下暂停对该行业给予投资评级信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该行业的投资评级信息不再有效。



免责声明

本证券研究报告（以下简称“本报告”）由东方证券股份有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。本报告的全体接收人应当采取必要措施防止本报告被转发给他人。

本报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的证券研究报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的证券研究报告之外，绝大多数证券研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人作出邀请。

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，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。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面协议授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容。不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

经本公司事先书面协议授权刊载或转发的，被授权机构承担相关刊载或者转发责任。不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

提示客户及公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告，慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

东方证券研究所

地址：上海市中山南路 318 号东方国际金融广场 26 楼

电话：021-63325888

传真：021-63326786

网址：www.dfzq.com.cn



有点报告社群

分享8万+行业报告/案例、7000+工具/模版；
精选各行业前沿数据、经典案例、职场干货等。



截屏本页，微信扫一扫或搜索公众号“有点报告”
回复<进群>即刻加入