

投资热潮涌动 化合物半导体业如何把握窗口期

工信部赛迪智库集成电路所超摩尔研究室主任 朱邵歆

化合物半导体因其在射频电子和电力电子方面的优良性能，以及在5G通信和新能源汽车等新兴市场的应用价值，被认为是半导体行业的重要发展方向。在国内发展集成电路的背景下，化合物半导体受到地方政府和产业资本的热捧。投资“热潮”之下，需要重新思考我国发展化合物半导体的机遇、挑战和路径。

全球化合物半导体产业发展形势

(一) 国际龙头企业加速布局

一是并购布局。2014—2016年，全球最大的电力电子器件企业德国英飞凌(Infineon)公司为巩固化合物半导体领域优势，2次发起对美国公司的收购，1次成功，1次失败。其中收购IR公司成功，收购Cree旗下Wolfspeed公司失败，原因是美国政府认为收购危害国家安全。二是市场布局。领先企业陆续推出SiC器件产品和电源解决方案。Infineon推出了CoolSiC和CoolGaN系列产品，Cree发布了首个满足车规标准AEC-Q101的E系列SiC MOSFET产品，ST、ROHM、On Semi均在高端应用方案中使用SiC器件。三是产能布局。Infineon、ST、Cree、ROHM等龙头企业陆续开始使用6英寸生产线制造SiC器件，提升产能，巩固市场地位。全球最大的GaAs制造企业台湾稳懋公司也开始了新一轮投资扩产计划。

(二) 部分产品开始批量应用

化合物半导体最早应用于消费应用市场，包括3G和4G手机的功率放大器(PA)和LED照明，技术方向明确，产业格局清晰，市场应用成熟。在行业应用市场，近年来，化合物半导体的产品和方案开始陆续被应用企业采纳，尤其在通信基站和新能源汽车市场开始批量应用。在通信基站市场，日本住友电工公司制造的GaN功率放大器已在华为公司新建的基站上批量应用。在新能源汽车市场，ST公司的SiC功率模组已经应用于特斯拉(Tesla)的Model 3电动车中。

(三) 产业模式出现分工合作

化合物半导体领域的企业多以IDM模式为主。在SiC电力电子器件领域，Wolfspeed公司的业务从SiC衬底延伸至SiC模组。在GaN领域，美国Qorvo、日本住友电工、中国苏州能讯等均以IDM模式运营。近年来随着产品和市场的多样化，开始呈现设计业与制造业分工的合作模式。尤其在GaN电力电子器件市场，由于台湾的台积电公司和世界先进公司开放了代工产能，美国Transphorm、EPC、Navitas、加拿大GaN Systems等设计企业开始涌现。

并购案后，恩智浦半导体的发展向成为业界的关注重点。近日“2018恩智浦未来科技峰会”(2018 NXP Connects China)召开，通过该项活动可以管窥恩智浦未来一段时期的发展策略。

自动驾驶

自动驾驶毫无疑问是当前汽车电子领域最热话题。自动驾驶是汽车产业与人工智能、物联网、高性能计算等新一代信息技术深度融合的产物，是当前全球汽车与交通出行领域智能化和网联化发展的主要方向，已经成为全球主要半导体公司争抢的高点。英特尔、英伟达、高通等传统上聚焦于PC与通信领域的产业巨头都纷纷抢人，希望分一杯羹。

英特尔斥资153亿美元收购Mobileye，英伟达发挥GPU在人工智能上的处理能力，高通则希望通过5G通信的优势凭C-V2X进入车联网市场……这些动作对当前全球最大的汽车电子厂商恩智浦也造成不小的压力。

对此，恩智浦大中华区总裁郑力在接受记者采访时也并不讳言。但是郑力同时也指出，恩智浦已在汽车领域扎根多年，拥有完整的产品线与系统架构，形成了完整的车用电子解决方案，这种整体竞争力是单点突破公司所缺乏的。

与此同时，恩智浦对于自动驾驶系统的开发也极为重视。本次活动当中，恩智浦正式发布了新一代汽车雷达解决方案，包括S32R27处理器、TEF810x CMOS收发器和FS8510电源管理IC。这是目前市场上唯一满足行业功能、性能和安全等严苛要求的汽车级雷达开发平台。它可以简化雷达实施的硬件、软件和工具，降低雷达应用开发的门槛。

2017年，全球前三大GaAs射频器件企业——美国Broadcom公司宣布完全剥离GaAs制造业务，将业务出售给代工合作伙伴稳懋公司，专注GaAs射频器件的设计环节。

我国发展化合物半导体的机遇和优势

(一) “超越摩尔定律”成为发展新动能
由于集成电路制造工艺节点的更新难度越来越大，技术研发费用剧增，50多年来驱动半导体产业高速发展的“摩尔定律”演进速度显著放缓。能够承受先进制造工艺开发和投资费用的企业和客户越来越少，应用场景也集中在高性能计算和通信等有限的领域。然而随着智能化改造和物联网应用的不断推进，万物智能、万物互联为行业发展带来新机遇，“超越摩尔定律”成为发展新动能。由此带来对集成电路特色制造工艺和产品的旺盛需求。近一年来，MCU和MOSFET等产品缺货和8英寸生产线产能紧缺印证了这一趋势。化合物半导体由于性能优势，特别适合于制造射频器件、光电子器件、电力电子器件，是“超摩尔”领域的重要发展方向。

(二) 中国是全球最大的应用市场

中国是全球最大的移动通信市场，已建成全球最大的4G通信网络，基站数量超过200万，并计划在2019年开始启用5G通信。华为和中兴分别是全球第一大和第四大基站供应商。华为、OPPO、小米、vivo是全球前六大的智能手机企业，每年出货量近5亿部。我国是全球最大的新能源汽车市场。2017年，国内新能源汽车产销分别达到79.4万辆77.7万辆，同比增长53.8%和53.3%。比亚迪、北汽、上汽、吉利、蔚来等在新能源汽车领域开始发力，比亚迪和北汽的两款车型包揽了2017年全球新能源汽车销量的前2名。

(三) 高校和研究机构具备技术积累
清华大学、北京大学、南京大学、山东大学、西安电子科技大学等高校、中科院和中国电子科技集团下属的研究所在化合物半导体领域已耕耘超过20年，并通过技术转化和合作成立了中镓半导体、苏州纳维、山东天岳、天科合达、保定同光、东莞天域、华功半导体等企业。随着化合物半导体在5G、物联网、能源、国防军工

等领域发展不断加速，人才和技术需求增加，我国科研机构的人才和技术储备优势将愈发显著。

(四) 国家和地方产业政策支持

工业和信息化部、国家发展改革委发布的《信息产业发展指南》将“第三代化合物半导体”列为集成电路产业的发展重点。科技部将第三代半导体列入国家重点研发计划“战略性先进电子材料”重点专项。2018年国务院政府工作报告中明确将新能源汽车和第五代移动通信2个化合物半导体最重要的应用市场作为加快制造强国建设的重点。地方政策方面，北京、深圳、成都、厦门、泉州、芜湖等均已发布或正在研究推动化合物半导体产业发展的扶持政策。

国内产业发展面临挑战和困难

(一) 国际技术封锁

化合物半导体可用于军用雷达，是有源相控阵雷达的关键元器件，因而受到国际上《瓦森纳安排》的出口管制。中国资本在该领域的国际并购频频被否决，包括收购Aixtron、Lumileds、GCS等。2018年8月1日，美国商务部公布新增的44家中国出口管制企业名单，限制美国的技术向其出口和转移。名单中的中电科13所和55所是国内技术领先的化合物半导体研究机构。

(二) 市场推进困难

集成电路是资源全球配置的产业，在国际政治环境允许的情况下，国内的整机应用企业会优先采购全球领先的化合物半导体供应商的产品，以保持整机产品在全球市场的竞争力。国内的化合物半导体企业面临着在行业市场和消费市场两面碰壁的困难。在行业市场，需要器件企业与整机企业形成长期稳定的合作，共同提升产品的可靠性和稳定性；在消费市场，需要器件企业具备规模产能和出色的成本管理能力。这对于国内的化合物半导体企业来说，不论是技术上还是管理上，任务都非常艰巨。

(三) 项目投资盲目

集成电路作为中央政府鼓励支持的产业，受到了地方政府的高度重视。起步早、实力强的重点城市已抢先布局了12英寸代工生产线项目和存储器制造项目，投资规模可达上千亿元。起步晚、实力弱的



城市在选择产业发展方向时，大多瞄准了投资规模小、市场前景好、具备“弯道超车”机会的化合物半导体。然而由于这些城市在集成电路产业缺乏专业认识和发展经验，招商引资时信息严重不对称，对化合物半导体的市场定位和发展前景的判断不够准确，扶持政策缺乏可持续性和精准性。尤其是近年来，境外的所谓“科技人才”打着化合物半导体“全面替代硅”的旗号，组建“临时拼凑”的技术团队，怀揣“空手套白狼”的侥幸心理，“游走”国内多个城市，“忽悠”地方政府。

发展路径的三点思考

(一) 市场定位：行业市场还是消费市场？化合物半导体有行业市场和消费市场之分。从我国产业目前的发展阶段来看，化合物半导体在基站和汽车等行业市场取得市场突破的机会更大。一方面是因为这些市场均为新兴应用市场，市场格局尚未固化，是中国企业的发展机会。另一方面是国内的研究机构在这一市场所用的GaN和SiC器件领域有一定的技术积累，与龙头企业之间的技术差距相对较小。

对于智能手机等消费市场，一方面，GaN器件的产业格局已非常清晰。美国的高通、Skyworks、Qorvo、Broadcom四家企业占据全球智能手机GaN功率放大器市场的90%以上。这4家企业均委托我国台湾的稳懋和宏捷科2家企业代工生产，合作关系牢固，难以在短期内打破。另一方面，GaN器件制造技术已非常成熟，成本控制非常严格，稳懋在技术水平和生产管理水平方面的优势非常显著。且随着手机出货量增速放缓，这一市场的增长空间有限。建议我国化合物半导体企业在智能手机市场应结合我国的整机市场优势，关注器件设计环节和VCSEL等新兴产品方向。

(二) 产业模式：IDM还是代工？化合物半导体产业存在着两种发展模式，一是代工模式，以GaAs行业最为明显。如上所述，高通等设计企业已经与稳懋等制造企业形成了长期的合作关系。二是IDM模式，如GaN射频和SiC电力电子器件。产品主要面向行业市场，包括基站、高铁、工业电源、新能源汽车等。这些市场的集

成电路供应商大多是IDM企业，如Infineon和德州仪器等。化合物半导体也不例外，如Cree、ROHM、ST等都是IDM企业。

可以看出，采用代工还是IDM，主要与产品面向的市场有关。若面向智能手机这样的消费市场，产品公司专注设计环节可以更好地对接整机企业需求，代工制造服务公司可以专注提升产品制造技术和发挥规模生产优势，每年14亿部的手机出货量也可以支撑足够的市场和利润空间，供设计企业和制造企业分享。若面向基站和汽车等行业市场，产品偏向定制化，更新换代周期长，产品性能的可靠性和稳定性要求更高，技术难度大。加之市场空间较小，难以有足够的利润空间供设计企业和制造企业分享，采用IDM模式更能保证产品性能和利润。

综上所述，建议努力培育具有市场竞争力的IDM企业。面向5G通信基站、新能源汽车和工业电源等行业市场，建议培育GaN和SiC领域的IDM龙头企业。在智能手机等消费市场，建议推动国内的设计企业和制造企业深度合作，探索虚拟IDM发展模式。

(三) 产业需要哪些“助推器”？一是中试研发平台。化合物半导体产业链上下游的协同还不强，需要一个能串联上下游的中试研发平台，定位技术开发-转移扩散-首批次应用，协同牵引上游衬底、外延片、MOCVD设备等环节技术能力提升。

二是试用验证平台。国内化合物半导体产业已具备基础的技术积累，正处于应用的前期。此阶段最需要整机企业试用和验证本土器件产品。应发挥政府的组织协调优势，搭建试用验证平台。通过模拟真实应用环境，不断试错、发现和解决问题，提升国内器件企业市场竞争力。

三是耐重型产业基金。相比集成电路项目，化合物半导体的投资量较小，但是产业发展面临的市场风险相比存储器等集成电路更大，需要能承担更大风险的耐重型产业投资基金。

四是投资指导窗口。通过指导窗口，为地方政府对接专业的产业发展咨询机构。在项目投资决策前，地方政府委托中立的咨询机构对产品市场方向、技术团队能力、投资经费等进行评估，在项目落地前解决信息不对称问题，避免不符合地方发展需求和实际情况的项目盲目落地。

提供多方面的技术和解决方案支持，帮助工业富联打造基于“云+移动终端+硬件设备”的先进工业物联网平台。

中国市场

过去的三年中，风起云涌的并购浪潮几乎重塑了全球半导体行业结构体系，2015年至今，共计达成约100项收购交易，交易总值超过2450亿美元。然而，近年来由于各国政府对大型半导体并购态度趋于保守，半导体收购正在变得越来越艰难。

不过人们普遍认为，虽然大型或者超大型并购的机会正在减少，但是并购的脚步不可能完全停止，中小型或者部分热点行业的并购案，将成为未来发展的主流。

本次活动当中，恩智浦便宣布了收购汽车以太网子系统技术提供商OmniPHY的消息。OmniPHY的技术集中于高速汽车以太网IP领域，拥有包括100BASE-T1和1000BASE-T1标准在内的15个IP系列，是发展汽车以太网以及未来自动驾驶的重要技术。

针对“并购和公司产业布局”这个话题，郑力表示：“我们还是坚持把智慧生活、安全连接作为我们在汽车电子和物联网、人工智能这些领域最为聚焦的应用技术场景，继续加大投资。这条技术路线我们还是坚持不变的。”

对于在中国市场的发展布局，郑力表示，恩智浦始终把融入中国本地市场、与中国本土企业合作，作为重要的发展策略。同时也不排除未来投资或者收购中国半导体公司的可能性。

“恩智浦和中国大中华区本地的生态链合作伙伴们开展了非常多的合作，而且恩智浦也正在逐步进入到加速的轨道上。”郑力表示。

从未来科技峰会五大亮点 看恩智浦发展策略

本报记者 陈炳欣

从而帮助客户加快雷达应用上市。

汽车雷达具有安全方面的优势，美国新车评估计划(NCAP)等组织出台了全新的自动驾驶汽车开发要求，这些因素都促进了雷达技术的快速发展，也向汽车制造商及其他雷达开发公司提出了严峻的挑战。

汽车电子

当前，汽车行业90%的创新来自于电子系统，因此汽车被认为是继智能手机之后半导体产业的主要驱动力。自动驾驶固然是汽车电子中最受关注的技术方向，然而涉及车用的半导体产品种类还有很多，恩智浦对于汽车驾驶领域各方面技术变革均给予了极大关注。恩智浦资深副总裁兼汽车电子事业部CTO Lars Reger将汽车上的电子系统划分为5个域，分别是车身电子、动力总成、信息娱乐系统、连接系统域和驾驶辅助(或自动驾驶)。

恩智浦的产品全面覆盖这五大领域。在连接系统方面，恩智浦推出融合V2X、蜂窝网络等多种连接方式的集成通信模块，并在其中植入安全芯片，保证通信安全。在信息娱乐方面，恩智浦此次展出了最新的IMX8计算机平台，可同时支持HUD、全液晶仪表、中控

屏和副驾屏共4块1080p规格的屏幕。在动力系统方面，恩智浦推出电池与电机控制芯片，帮助新能源车进行充放电管理。

郑力指出，自动驾驶的发展引人关注，但是以目前的营收状况来说，一般的车身与车内电子应用仍为大宗。恩智浦的着眼点是放在全面的市场需要之上。

从技术上看，恩智浦的核心优势集中表现在处理、连接与安全三个方面。而这三个方面的技术，分别对应旗下一系列的嵌入式处理器与MCU、各类通信模块以及安全芯片等产品。这些技术与产品被广泛应用于汽车电子的各个领域。

动力电池管理

汽车的发展方向，一是自动驾驶，二是电池动力。数据显示，到2020年，12%的汽车将是电动汽车。这使得人们对电动汽车的发展动态也极为关注。

当前电动汽车技术要点在于续航能力。根据Lars Reger的介绍，动力电池是电动汽车的心脏。提高续航里程，一方面是提升电池容量，另一方面则是改善电池管理能力，使之能够发挥更高使用效率，同时可能

提高电动车的续航里程。良好的电池管理可以将原有电池能力提高2~3倍。

本次活动中，恩智浦推出用于电动汽车牵引电机变频控制器和电池管理的新型汽车电源控制参考平台。新平台将MCU、电源管理系统基础芯片(SBC)，以及模拟电源与能源管理器件集成到易于使用的参考设计中，可帮助客户以更快的速度和更低的开发风险交付下一代混合动力和电动汽车。

AI-IoT

人工智能/物联网是恩智浦的另一个发展重点。本次活动当中，恩智浦宣布，将与富士康工业互联网股份有限公司(简称“工业富联”)开展战略合作，为工业富联提供工业互联网平台的解决方案和技术支持。

恩智浦全球销售与市场执行副总裁史帝夫·欧文(Steve Owen)表示：“恩智浦拥有全球领先的人工智能/物联网产品组合，凭借我们在智能制造应用和安全连接方面应用技术的积累和经验，能够为工业4.0和物联网应用开发部署提供有力保障。”

基于该合作，恩智浦将凭借其在人工智能物联网领域全面的产品组合向工业富联