我国化合物半导体产业状况分析

髙余敬 15140120059

摘要：集成电路高速发展，为产业发展提供技术支撑。我国集成电路正处于大发展时期，可为化合物半导体产业提供先进技术支撑。相对于硅材料，化合物半导体性能更加优异，制作出的器件相对于硅器件具有更优异的电性能。国产化替代需求为化合物半导体产业发展提供了巨大市场。

关键词：化合物半导体; Ga As；Ga N；Si C

Analysis of the Status of Compound Semiconductor Industry in China

Abstract: High speed development of integrated circuits provides technical support for the development of the industry. China's integrated circuit is in a period of great development. It can provide advanced technology support for the compound semiconductor industry. Compared with the silicon material, the compound semiconductor performance is more excellent, and the fabricated device has better electrical properties than silicon devices. Domestic demands for the compound semiconductor industry will provide a huge market for the development of the compound semiconductor industry.

Key word: compound semiconductor, Ga As, Ga N, Si C

化合物半导体是区别于硅（Si）和锗（Ge）等传统单质的一类半导体材料，主要包括砷化镓（Ga As）、磷化铟（In P）、氮化镓（Ga N）、碳化硅（Si C）、氧化锌（Zn O）等。相对于硅材料，化合物半导体性能更加优异，制作出的器件相对于硅器件具有更优异的光电性能、高速、高频、大功率、耐高温和高辐射等特征。

当前，全球半导体产业正处于深度变革，化合物半导体成为产业发展新的关注点，我国应加紧产业布局，抢占发展的主动权。

1．化合物半导体成为集成电路产业新关注点

集成电路产业深刻变革驱动化合物半导体市场发

展。一是集成电路产业遵循“摩尔定律”演进趋缓，以新材料、新结构以及新工艺为特征的“超越摩尔定律”

成为产业新的发展重心。二是曾经驱动集成电路市场高速增长的 PC 和智能手机市场疲软，未来 5G 和物联网将成为新风口。三是全球能源和环境危机突出，能源利用趋向低功耗和精细管理。化合物半导体作为新材料和新器件，在微波通信器件、光电子器件和功率器件中有着同类硅器件所不具备的优异性能，将在以上应用领域得到广泛应用。

国内外围绕化合物半导体的并购案频发。近年来，国际巨头企业纷纷围绕化合物半导体展开并购， 2014 年 8 月，功率半导体领导者德国英飞凌公司以 30 亿美元收购美国国际整流器公司（IR），取得了其硅Ga N 功率半导体制造技术;同年 9月，设计和制造

Ga As 和 Ga N 射频芯片的 RFMD 公司和 Intriguing 公司宣布合并为新的 RF 解决方案公司 Fervor。国内企业和资本也围绕化合物半导体产业展开收购。国家“大基金”投资布局化合物半导体[1]。2015年6 月，国家集成电路产业投资基金（“大基金”）投资 48.39 亿元入股三安光电，推动三安光电下属三安集成电路公司围绕 Ga As 和 Ga N 代工制造，开展境内外并购、新技术研发、新建生产线等业务。同时，国家开发银行也以最优惠利率向三安提供 200 亿元贷款。

2016 年 2 月，泉州市政府、“大基金”、华芯投资、三安集团等在晋江市合资成立安芯基金，基金目标规模 500 亿元，首期出资规模 75.1 亿元，将主要投向 III-V 族化合物集成电路产业。

2．全球化合物半导体产业市场空间广阔

Ga As 和 Ga N 的微波通信器件、Ga N 和 Si C 的电力电子器件由于下游应用的驱动，技术和产业发展十分迅速，市场空间广阔。Ga As 器件：Ga As 微波通信器件在移动终端的无线PA 和射频开关器领域占主导地位未来高集成度和低成本制造将成为产业发展趋势，在无线通信、消费电子、汽车电子、物联网等应用领域将得到广泛应用。同时，Ga As 基材料有望在集成电路 10 NM 以下制程以及未来的光互连芯片中得到应用。

2015 年全球 Ga As 微波通信器件市场规模达到86 亿美元，超过 60% 的市场份额集中于 Skunkworks、Fervor、Broad com/Avago 三大巨头，2020 年，市场规模预计将突破 130 亿美元。Ga As 产业代工制造模式逐渐兴起，我国台湾稳懋、宏捷、环宇是主要的代工企业。

Ga N 器件：基于 Ga N 的蓝绿光 LED 产业发展成熟，微波通信器件和电力电子器件产品尚未在民用领域广泛应用。蓝宝石基 Ga N 技术最成熟，Si 基 Ga N 可实现高集成性和低成本，目前 Si 基 Ga N 技术以 6 英寸为主流。全球 Ga N 微波通信器件和电力电子器件的产值还很低，只有几亿美元，随着技术水平的进步，2020年产值有望达到 15 亿美元。英飞凌、富士、东芝、松下等大企业纷纷投巨资进军 Ga N 领域。新进入的小企业也有很多，如加拿大的 Ga N Systems、美国的 EPC等公司都已经量产 Ga N 产品。未来在新能源、智能电网、信息通信设备和消费电子领域将得到广泛应用[2]。

Si C 器件：Si C 单晶衬底制造以 4 英寸为主流，并正向 6 英寸过渡，同时 8 英寸也已经问世。产品主要以电力电子器件为主，Si C -SBD（肖特基二极管）技术成熟，已开始在光伏发电等领域替代 Si 器件，Si C - MOSFET 性能突出，可大幅降低模组中电容电感的用量，降低功率模组成本。Si C- IGBT 未来将凭借其优异的性能在大型轮船引擎、智能电网、高铁和风力发电等大功率领域得到应用[3]。

2015 年，全球 Si C 电力电子器件市场规模达到近 1.5 亿美元，预计 2020 年将达到 10 亿美元。Si C 衬底的主要供应商有科锐、R ohm/Si-Crystal 和 II-VI等，其中科锐公司占据了 Si C 衬底 90% 的供应量。Si C 器件市场，科锐和英飞凌/IR 两家巨头占据了 70% 的市场份额。Si C 电力电子器件在低电压产品领域将面对 Ga N 器件的激烈竞争，在 PFC、UPS、消费电子和电动汽车900 V 以下的应用领域，低成本 Ga N 器件将占据主要市场，Si C 器件未来主要面向 1 200 V 以上的市场。

3．结语：我国产业发展面临重大机遇

《中国制造 2025》为产业发展提供政策支持。 2015 年 5 月，国务院发布《中国制造 2025》。新材料在《〈中国制造 2025〉重点领域技术路线图》中是十大重点领域之一，其中化合物半导体中的第三代半导体被纳入关键战略材料发展重点。

集成电路高速发展为产业发展提供技术支撑。我国集成电路正处于大发展时期，可为化合物半导体产业提供先进技术支撑。如 Ga As 或 Ga N 单片微波集成电路的设计和仿真技术、化合物半导体制造工艺和生产线的建设技术、先进封装和测试技术、光刻机和 CVD 等通用设备的制造技术，以及大尺寸硅单晶衬底和光刻胶等通用配套材料的制备技术。重点应用领域和国产化替代需求为产业发展提供巨大市场。我国的光伏、风能、 4G/5G 移动通信、高速铁路、电动汽车、智能电网、大数据/云计算中心、半导体照明等产业发展如火如荼，是化合物半导体大显身手的应用领域，如 4G/5G 通信基站和终端使用的 Ga As 或 Ga N 微波射频器件和模块，高速铁路使用的 Si C 基牵引传动系统，光伏电站、风能电场和电动汽车使用的 Ga N 或Si C 电能逆变器或转换器，智能电网使用的 Si C 大功率开关器件，工业控制使用的 Ga N 或 Si C 基电机马达变频驱动器，大数据/云计算中心使用的 Ga N 或 Si C 基高效供电电源，半导体照明中使用的 Ga N 基高亮度 LED 等。

参考文献

【1】郝跃, 张金风, 张进成, 等. 氮化物半导体电子器件新进展 [J]. 科学通报, 2015, 60(10): 874-881.

【2】宋建博, 方家兴, 程知群, 等. 毫米波 Ga N 基 HEMT 功率 MMIC [J] . 半导体技术, 2015, 40(6): 417-420, 456.

【3】Tim Askew.氮化镓Ga N工艺及其应用[J].集成电路应用，2015（09）.

【4】HAFOM.碳化硅半导体Si C在功率器件领域的应用[J].集成电路应用，2016，33（2）.