

浙江大学电气工程学院  
盛况 任娜 郭清 杨树

在全球低碳节能环保的大环境下,以碳化硅(SiC)和氮化镓(GaN)为代表的宽禁带半导体材料凭借其高效率、高密度、高可靠等优势,发挥出越来越重要的作用。

### 第三代半导体材料 优势明显

一般来说,芯片可以分为计算芯片、存储芯片、传感芯片、通信芯片、功率芯片、信息处理芯片和光电芯片等几大类。其中,功率芯片作为用电装备和系统中的核心芯片,其作用是实现对电能的处理、转换和控制,管理着全球超过 50%的电能资源,广泛用于智能电网、电动汽车、轨道交通、可再生能源开发、工业电机、数据中心、家用电器、移动电子设备等国家经济与国民生活的方方面面,是我国工业体系中不可或缺的一类核心芯片,在全球低碳节能环保的进程中也发挥着举足轻重的作用。

现有的功率芯片大多基于硅半导体材料,由于材料物理性能的限制,芯片的能效和性能已逐渐接近其极限,难以满足迅速增长和变化的电能应用的新需求。以碳化硅(SiC)和氮化镓(GaN)为代表的宽禁带半导体材料(有时亦被称为第三代半导体材料)由于禁带宽度显著高于硅材料的 1.1eV,有着高耐电场和高耐受温度的特点,基于这些材料的功率芯片也因此表现出以下几方面巨大的优势:高效率,相同芯片面积的导通损耗比硅基器件低近千倍(在相同的电压/电流等级);高密度,开关频率是硅器件的几十倍,可以大大减小电能转换电路中储能元件的体积,从而成倍地减小设备体积;高可靠,理论上可以在 600℃以上的高温环境下工作,并有抗辐射的优势,可以大大提高系统的可靠性。

因此,宽禁带半导体功率芯片在能源转换领域具有巨大的技术优势和应用价值,其中,碳化硅功率芯片被公认为在中等以上功率应用中具有明显的优势。经过近 30 年的研究和开发,碳化硅材料和功率芯片技术在近年开始成熟,并快速地被推广应用,正在掀起一场节能减排和新能源领域的巨大变革,在电动汽车、新能源并网,高效信息电源以及家用电器等领域发挥重要作用。国际领先企业纷纷重点部署市场,全球新一轮的产业升级已经开始。

## 格芯新推出 12LP+制程 预计 2021 年正式量产

本 报 讯 格 芯 (GLOBALFOUNDRIES) 日前在其全球技术会议上宣布推出了 12LP+ 制程,主要针对人工智能培训和推理应用领域。

格芯强调,相较于上一代的 12LP 制程,12LP+提升了 20%的性能,或降低 40%的功耗,而且能够将逻辑芯片的面积减少 15%。此外,12LP+制程的一个关键特性是拥有一个高速、低功耗的 0.5V SRAM 存储单元,它能够支持处理器和存储器之间快速且节能的数据传输,这是满足针对计算和有线基础设施市场对人工智能应用的重要需求。

另外,格芯还表示,12LP+制程可提供人工智能应用和设计/技术联合开发(DTCO)服务的设计参考包,这两个服务都能让客户从整体的角度来审视人工智能电路设计,以便降低能耗和成本。除此之外,12LP+还拥有新的硅中介层可用于 2.5D 封装,这也将有助于将高宽频存储器与处理器整合,以达成快速、节能的资料处理效能。

而针对 12LP+的解决方案用到了 ARM 为格芯开发的 Artisan 物理 IP,以及用于人工智能应用的 POP IP。这两种解决方案也将应用于格芯的第一代 12LP 制程平台上。

对此,ARM 物理设计部门总经理兼研究员 Gus Yeung 表示,人工智能、汽车、以及高端消费型移动产品只是为满足高性能 SoC 迫切需求而不断增长的应用中的一小部分。在其更加广泛使用的 ARM Artisan 物理 IP 和先进的处理器设计的支持下,格芯的 12LP+制程将帮助设计师们更快速和高效地设计出相应产品。

格芯数字技术解决方案副总裁 Michael Medicino 则指出,12LP+制程的推出是格芯为客户提供差异化解决方案战略的结果。与其他解决方案相比,格芯能够在不间断工作流程的情况下扩展设计规模,这具有非常高的成本效益。

例如,作为一种先进的 12 纳米制程技术,格芯的 12LP+制程解决

方案已经为客户提供他们希望从 7 纳米制程中获得的大部分性能和功率,但是却只要花费成本平均只有通常的一半左右,这能够显著降低成本。此外,由于 12 纳米节点的运行时间更长,也更为成熟,客户将能够快

## 科锐将建造全球最大 SiC 制造工厂

本 报 讯 近日,科锐在官网宣布扩产计划进展,表示将在美国纽约州建造全球最大碳化硅(SiC)制造工厂。

通过与纽约州州长办公室以及其他州立与当地机构和实体的战略合作,科锐决定在美国纽约州 Marcy 建造一座全新的采用最先进技术并满足车规级标准的 200mm 功率和射频(RF)晶圆制造工厂,而与之相辅相成的超级材料工厂的建造扩产正在公司达勒姆总部开展进行。

作为该合作的一部分,科锐将投资近 10 亿美元,用于在纽约州 Fab 的建造、设备和其他相关成本。纽约州将提供来自 Empire State Development 的 5 亿美元资金,同时科锐可以享受额外的当地激励政策和减税以及来自

## 阿里平头哥发布新款 AI 芯片含光 800

本 报 讯 在 9 月 25 日召开的 2019 杭州云栖大会上,阿里巴巴发布自主研发的 AI 芯片——含光 800,它在未来将主要用于云端视觉场景,未来还可应用于医疗影像、自动驾驶等领域。

阿里表示,含光 800 是目前全球最强 AI 芯片,性能和能效比均为第一,1 颗含光 800 的算力相当于 10 颗 GPU。

含光 800 芯片在业界标准的 ResNet-50 测试中,推理性能达到 78563 IPS,比目前业界最好的 AI 芯片性能高 4 倍;能效比 500IPS/W,是

速流片,来充分把握人工智能技术日益增长的需求。

格芯方面透露,12LP+PDK 现已可用,公司目前正与几个客户合作。预计将于 2020 年下半年流片,2021 年在位于纽约马尔他的 Fab 8 量产。

## 科锐将建造全球最大 SiC 制造工厂

纽约州立大学的设备和工具。

这一新制造工厂旨在显著提升用于 WolfSpeed 碳化硅(SiC)和氮化镓(GaN)业务的产能,将建设成为一座规模更大、高度自动化和生产能力更高的工厂。

新工厂计划于 2022 年实现量产,完工面积达到 4.5 万平方米,其中近 1/4 将是超净间,提供未来所需产能扩充。这些扩展计划,将进一步提升科锐在市场竞争中的领先地位,加速碳化硅(SiC)在一系列高增长产业中的采用。

科锐指出,公司将继续推进从硅(Si)向碳化硅(SiC)技术的转型,满足公司开创性 WolfSpeed 技术日益提升的需求,支持电动汽车(EV)、4G/5G 移动和工业市场的不断增长。

## 第二名的 3.3 倍。

目前基于含光 800 的 AI 云服务已在阿里云上线,性价比提升 100%。

云栖大会现场,阿里巴巴集团 CTO 兼阿里云智能总裁张建锋表示:“在全球芯片领域,阿里巴巴是一个新人,玄铁和含光 800 是平头哥的万里长征第一步,我们还有很长的路要走。”

另据媒体报道,过去半年,阿里平头哥先后发布了玄铁 910、无剑 SoC 平台,此次含光 800 发布,意味着阿里平头哥端云一体产品系列初步成型,实现了芯片设计链路的全覆盖。



### 高质量大尺寸是 碳化硅材料发展方向

碳化硅宽禁带半导体功率芯片的产业线包括碳化硅材料、芯片、封装测试、系统应用四个环节。其中,高质量、大尺寸的碳化硅单晶材料是碳化硅技术发展的基础,增大晶圆尺寸、降低缺陷密度和成本是其主要发展方向。

国际上碳化硅单晶材料以 6 英寸为主流,并开始实现 8 英寸晶圆的批量生产;在我国则以 4 英寸晶圆为主流,6 英寸晶圆实现小批量生产。在芯片方面,德国英飞凌(Infineon)公司 and 美国科锐(Cree)公司早在 2001 年就发布了碳化硅功率二极管产品,而由于碳化硅晶体管技术难度大,直到 2010 和 2011 年,才由日本罗姆(Rohm)公司 and 美国 Cree 公司实现量产。SiC 二极管和晶体管(以 MOSFET 为主)由于其性能优越,成为目前产业化成熟度最高、最受欢迎的碳化硅功率芯片,其市场以每 2~3 年翻一番的速

度迅速成长。目前,国际上主要的碳化硅功率芯片公司有美国 WolfSpeed(Cree 公司的子公司)、德国英飞凌、日本罗姆、欧洲的意法半导体(STMicroelectronics)、日本三菱,这五家公司占据了全球市场的约 90%。

由于其用于电能变换的特点,功率芯片和计算、存储等芯片在技术层面上存在着显著的不同,其主要技术难点和进步并不依赖于日益精细的工艺线宽,它主要依靠单晶衬底和外延材料的技术水平、芯片研发和生产的经验,以及和应用环节的紧密配合。根据法国市场调研 Yole 公司的预测,2020 年碳化硅功率芯片的市场规模将达到 35 亿元人民币,并以超过 40%的年复合增长率继续快速增长。预计到 2030 年,全球碳化硅功率芯片市场规模将超过 500 亿元人民币,并拉动十倍甚至几十倍规模的装备和终端市场。

### 我国碳化硅材料和芯片 期待产业化发展

在国内,“十二五”初期,我国开始布局

碳化硅功率半导体芯片的研发,实现了从无到有的突破。“十三五”期间,我国掀起了碳化硅功率半导体材料和芯片产业化的浪潮。近年来,在各级政府、各类企业、科研院所、产业联盟等的共同努力下,我国在碳化硅功率半导体芯片领域取得了初步成效,形成了一定的技术积累。目前,我国的碳化硅功率芯片产品以二极管产品为主,在晶体管方面,若干单位具备一定的产品开发能力,正在进入实现产业化的初期。在国家科技项目和各级政府的支持下,目前国内有多家企业和平台正在建设或已建成多条 4~6 英寸碳化硅芯片工艺线,这些工艺线的投产,将会大大提升国内碳化硅功率芯片的产业化水平。

在取得快速进展的同时,由于起步较晚,我国当前的碳化硅产业和国际上依然存在较大的差距。为了更快更好地发展我国碳化硅材料和芯片产业,可以从以下几个方面着力推进:

一是组织制定中长期发展规划。碳化硅材料和功率芯片技术的发展依然需要依靠国家大力支持,只有这样,才能在落后国

际先进水平的情况下奋起直追,打造独立自主、具有国际竞争力的碳化硅产业链。建议根据国情和市场需求,编制“中国碳化硅材料和器件产业发展中长期规划”,对碳化硅材料和功率芯片产业进行有规划、分层次、稳定的支持。

二是形成以企业为创新主体的规模化产业。我国碳化硅功率芯片产业还处于发展初期,产业规模尚未形成。为应对国际市场日益严峻的竞争压力,我国在产业发展过程中应以应用需求为导向,以尽快形成规模化产业为目标,以企业为创新主体,加快制定产业标准,发挥产业地域效应和集群效应,尽快实现碳化硅材料和功率芯片产业规模化发展。

三是构建“产学研用”结合的协同创新发展体系。我国碳化硅材料和功率芯片产业发展必须坚持自主创新、“产学研用”相结合。目前亟须集中力量、突出重点,发挥科研院所的基础技术研发、关键技术攻坚和高端人才培养的优势,并使之与企业紧密结合,形成自主知识产权,不断提高产业技术水平和竞争力,打造一支支撑技术和产业发展的人才队伍。建议在以企业为创新主体的同时,打造公共创新平台,促进科研院所和企业相结合的创新机制,加快碳化硅材料和功率芯片产业化进程。

四是建设上下游紧密沟通和合作的完整产业链。国内已有一批碳化硅单晶衬底材料、外延材料、器件设计和制造工艺的企业单位,但离形成完整产业链尚有较大差距。产业链各环节,以及材料、芯片质量评价和性能验证是环环相扣、互相推动的统一整体。我国在产业链上的最大优势是拥有巨大的市场和强劲的应用需求,建议在政策引导下,充分发挥这一优势,以市场需求拉动产业链上游各环节,引导各环节间实现资源共享、互相促进,形成一个布局合理、结构完整的产业链。

五是充分发挥行业协会和产业联盟作用。建议充分发挥行业协会和产业联盟的桥梁和纽带作用,向政府建言献策、为企业出谋划策,一方面向政府反映企业诉求,优化政府政策;另一方面向企业传达政府政策,指导企业科学发展和自主创新,有效进行结构调整,实现我国碳化硅材料和芯片产业的可持续发展。

我国碳化硅功率芯片的市场约占据国际市场的 40%~50%。通过有效的中长期发展规划、政府和企业界的持续投入、下游市场的有效拉动和产学研用的紧密配合,我国的碳化硅材料和芯片技术与产业化水平有望在未来短时间内得到迅速发展,并在不久的将来迈入国际先进行列。

联电出手收购三重富士通  
全球代工厂即将洗牌

本报记者 顾鸿儒

全球半导体晶圆代工厂排名或将发生变化。9月25日,联华电子宣布收购三重富士通半导体股份有限公司(MIFS)全部的股权。据集邦拓璞研究院最新数据,联电在2019年世界集成电路晶圆代工工厂位列第四,仅次于第三名格芯。据相关数据,联电2019年第二季度营收11.6亿美元,略低于格芯13.36亿美元。如今,联电出手收购MIFS,全球晶圆代工厂或将重新洗牌。

### 36.1 亿元收购 MIFS 剩余股权

联华电子于 9 月 25 日宣布,该公司已获批购买与富士通半导体(FSL)合资的 12 英寸晶圆厂——三重富士通半导体股份有限公司的全部股权,完成并购的日期订定于 2019 年 10 月 1 日。早在 2014 年,富士通半导体和联华电子两家公司已经达成协议,联电可以分阶段逐步购买三重富士通半导体 15.9%的股权。今日,联电获准以 544 亿日元(约 36.1 亿元)的价格购买三重富士通半导体剩余 84.1%的股权。据官方信息,三重富士通半导体在成为联华电子完全独资的子公司后,将更名为 United Semiconductor Japan Co., Ltd. (USJC)。

富士通半导体和联电除了三重富士通半导体股权投资之外,在 40nm 技术上也有授权合作。目前 MIFS 已建设 40nm 逻辑生产线,此次三重富士通半导体整合至联华电子旗下,将推动联电在日本半导体业的整体实力,深挖潜质,巩固联电业务根基,拓宽联电业务覆盖面积。联华电子共同总经理王石认为,此次并购将在联华电子员工数十年的丰富制造经验的基础之上,结合联电的经济规模及晶圆加工的专业技术,达到双赢的效果。未来,联

电对于新老客户,将提供更强更有力的支持服务。“联华电子全球客户将充分利用此次收购的日本 12 英寸晶圆厂。”王石说。

此外,王石表示,此次收购符合联电布局亚太 12 英寸晶圆厂生产基地产能多元化的策略。“展望未来,我们将持续专注于联电在特殊制程技术上的优势,通过内部和外部对扩张机会的评价,寻求与此策略相符的成长机会。”王石说。

### 全球晶圆厂排名 或将重新洗牌

据了解,日本三重富士通半导体的月产能为 3.6 万片 12 英寸晶圆,主要应用在汽车、物联网(IoT)等,并以 40 纳米、65 纳米制程等成熟制程为生产的主力。在吸收了该厂后,联电在全球的排名或将再进一步。

根据集邦咨询旗下拓璞产业研究院统计,第三季度全球晶圆代工总产值预计将比第二季度高 13%。市占率排名前三名分别为台积电(TSMC) 50.5%、三星(Samsung) 18.5%与格芯(GlobalFoundries) 8%,联电位列第四。不过为了稳定投片,格芯近期出售了部分厂房和芯片业务,以期通过 RF SOI 技术来提高通信领域的营收。不过,有分析师认为,格芯未来交割厂房后可

能使营收减少,加上 AMD 积极布局 7 纳米产品线,都将影响格芯在 12/14 纳米制程的营收表现。

反观联电,第二季度受益于通信类产品,包括低、中端手机 AP,开关组件与路由器相关芯片等需求的影响,联电产能利用率提升,出货量稳定增加,集邦咨询分析预估联电第三季度有望维持营收成长。在此基础上,联电又宣布收购三重富士通半导体。

“一方面,联电扩充了自己的产线,联电 12 英寸厂从 3 座变成了 4 座,主要业务面向车规级产品,为以后的人工智能、自动驾驶做好铺垫。另一方面,这是联电在日本的第一座 12 英寸晶圆厂,可以更好地帮助联电开拓日本客户。”赛迪顾问集成电路产业研究中心分析师杨俊刚对《中国电子报》记者说。

“此次收购,会帮助联电满足富士康以前难以满足的客户需求,帮助联电拓展在日本的市场。未来,联电或将成为全球第三位的晶圆代工厂。”杨俊刚向记者表示,以目前的形势来看,格芯在经营上的压力要大于联电,联电此次的收购或将影响全球代工厂排名。

“全球晶圆代工厂排名或许变成第一名台积电、第二名三星、第三名联电。如果联电想要赶超前两位,一方面需要更加努力的拓展市场客户,另一方面要加强研发,打造多元化工艺。”杨俊刚说。