

苹果的“芯”事

本报记者 张心怡

近期，高通总裁安蒙在接受采访时表示，目前还没有与苹果公司达成2024年的供应计划。在他的规划设想中，2024年高通不会为苹果供应基带芯片，但具体还要看苹果的决策。业内分析师预测，苹果最早会在2024年生产的iPhone SE4上搭载自研基带芯片。

此外，苹果公司近期宣布，未来六年将在德国工程领域追加投资10亿欧元，扩建位于慕尼黑的硅设计中心。此次扩建致力于定制芯片设计、电源管理芯片、无线技术等领域的创新。

长期以来，苹果的芯片研发都服务于软硬件一体化的闭环体系，基带芯片已经成为苹果高度闭环生态最大且最难攻克的障碍之一。以苹果30余年“芯”史所积攒的经验，能否解决基带芯片这桩“芯”事？



30余年“芯”史：始终强调掌控力

1989年，苹果创始人史蒂夫·乔布斯和微软创始人比尔·盖茨在参加一个论坛时表达了截然相反的观点。乔布斯相信如NeXT电脑一般将面向对象的编程方法与计算机捆绑起来的模式，正在引领新的浪潮，大型软件厂商都应该成为这股浪潮的一部分（即根据计算机的功能需求开发定制化软件）。盖茨则强调软件的兼容性，认为软件和硬件市场是分开的，不看好乔布斯推崇的软硬件端到端一体化系统。

事实证明，两个人推崇的发展模式都在各自的领域取得了成就。微软的操作系统兼容了市场上的大量机型，在全球PC市场保持着70%以上的份额。而苹果自研了一系列的操作系统和芯片，在手机、平板、电脑等主要产品线均实现了软硬件高度耦合的闭环生态。

苹果涉足芯片研发，可以从1991年说起。当年，苹果与IBM、摩托罗拉成立了PowerPC联盟，共同研发和生产PowerPC系列处理器。PowerPC主打RISC（精简指令集），相比英特尔x86采用的CISC（复杂指令集）更

擅长流水线作业，有利于提升处理器的速度。1994年，苹果正式从基于CISC的摩托罗拉68000转向了PowerPC架构。然而，到了21世纪初，RISC阵营的芯片性能提升和生态成长速度已经难以匹敌同期的英特尔。2005年，乔布斯在WWDC宣布将逐步从PowerPC架构转向英特尔的x86架构。

在2006 Macworld大会上，时任英特尔首席执行官保罗·欧德宁将一片晶圆递给乔布斯，说道：“报告史蒂夫，英特尔准备好了。”乔布斯回答：“我可以向你报告，苹果也准备好了。”就在业界普遍认为苹果会顺势在iPhone搭载英特尔低功耗芯片Atom时，苹果收购了PA Semi，一家主打低功耗的芯片设计商，释放出苹果将为移动设备自研芯片的信号。

两年后，苹果发布了第一款自研芯片A4。A4芯片采用了由芯片设计商Intrinsity与三星合作开发的性能增强功能，使A4中的Arm Cortex-A8 CPU能够以更高的时钟频率运行。

而Intrinsity这位为A4强化性能的“功臣”，也很快被苹果收购，补强了苹果开发高速处理器的能力。结合了

PA Semi和Intrinsity的班底，以及苹果的软硬件统筹能力，苹果在之后10余年的时间里基本保持了一年迭代一款芯片的节奏，并在每一代芯片贯彻了苹果平衡性能与能效的理念。

2013年的A7芯片，奠定了苹果在手机处理器设计领域的领先地位。这款芯片不仅运行速度是前一代产品的2倍，也是第一款搭载在智能手机的64位SoC。A7采用了64位ARMv8-A双核CPU，ARMv8-A架构使A7的寄存器数量增加了一倍，从而实现了更快的读取。A7还引入了M7协处理器，用于收集、处理来自加速度计、陀螺仪和磁力计的运动数据，从而进一步降低了A7的功耗。

之后，苹果持续调整芯片架构，并一直在单核、多核、GPU的跑分中保持领先。从2016年发布的A10开始，苹果引入“大小核”架构。A10采用了2颗性能核心+2颗能效核心的架构，分别运行游戏等高负载任务和日常任务。在A11中，苹果又增加了2颗能效核，并将这种2颗性能核心+4颗能效核的架构一直延续到A16。也是从A11开始，苹果面向Animoji、

苹果自研了一系列的操作系统和芯片，实现了软硬件高度耦合的闭环生态。

FaceID等基于实时机器学习算法的任务，引入了NPU。2022年推出的A16已经搭载了16颗NPU核心，实现了每秒17万亿次的运算能力。

有了A系列的经验，苹果又将自研芯片的版图向更多产品线拓展。2014年，苹果为Apple Watch开发了S系列芯片，一年之后，苹果又为Watch产品推出了专用操作系统。2019年，苹果为AirPod研发了H系列芯片。

2020年，苹果推出了基于Arm架构的M1处理器，代替英特尔的x86处理器运行在Mac台式机和笔记本电脑上，苹果与英特尔长达15年的PC芯片合作也宣告结束。M1承袭了部分来自A系列芯片的设计经验，比如4颗性能核心+4颗能效核心的“大小核”架构，与A14类似的16核NPU，将CPU、GPU等元器件都集成起来的SoC形式等。

iOS+A系列芯片、macOS+M系列芯片、WatchOS+S系列芯片……苹果通过一系列自研操作系统与自研芯片，构成了软硬件高度耦合的闭环生态，增强了对产品功能的掌控能力和供应链话语权。

苹果的软硬件端到端一体化还有一个尚未攻克的重要环节——基带芯片。

要求。这表示苹果对基带芯片的攻坚战还在继续。

苹果在德国慕尼黑的布局，也与其基带芯片研发有所呼应。盛陵海指出，曾为苹果供应基带芯片的英飞凌总部位于慕尼黑，英飞凌的前身西门子总部在慕尼黑和柏林。苹果在慕尼黑成立研发中心，有利于工程人才和技术的获取。业内专家也向记者指出，企业在海外设立研发中心的核心思路是尽可能接近人才集聚地或产业链核心的企业总部。德国拥有世界排名靠前的科研机构 and 大学，也是一些主力芯片厂商和供应商的总部所在地。其通信和半导体方面的工程人才储备与创新环境，能够为苹果提供支持。

从PowerPC至今，苹果的“芯”路始终面向软硬件一体化的产品理念，以及不依赖任何供应商的布局策略，这也是为什么苹果对于自研基带芯片如此执着。而对于消费者来说，自研的基带芯片能够为iPhone等产品带来怎样的提升，才是最关键的考量。而更加值得期待的是，一旦扫清基带芯片这一软硬件高度耦合的最大障碍，苹果下一步的性能提升和创新方向，又将落笔何处。

2023年碳化硅功率器件 产值将突破22亿美元

本报讯 近日，TrendForce集邦咨询在最新发布的调研报告中预测，随着安森美、英飞凌等与汽车、能源企业合作项目的不断增多，到2023年，碳化硅功率器件整体市场产值将达到22.8亿美元，年增长41.4%。

TrendForce集邦咨询表示，碳化硅功率器件的前两大应用为新能源汽车与再生能源领域，分别在2022年已达到10.9亿美元及2.1亿美元，占碳化硅功率器件整体市场产值约67.4%和13.1%。

企业间关于碳化硅的合作也越发频繁。汽车方面，安森美与大众汽车签署战略合作协议，为大众汽车提供Elite碳化硅1200V主逆变器功率模组，另外该系列产品也被起亚汽车选中，用于EV6 GT车型；而WolfSpeed与奔驰深化合作关系，提供其电动汽车所需的碳化硅功率器件。再生能源方面，安森美也与Ampt合作，提供太阳能与储能系统优化器所需的碳化硅MOSFET；而英飞凌的Cool碳化硅已导入台达电的双向逆变器中，应用于太阳能发电、储能、电动汽车充电三合一系统，另外也助力布鲁姆能源的燃料电池和电解系统效率提升。

据悉，衬底成本在碳化硅功率器件中占比达49%，也是决定元件质量的关键，目前WolfSpeed的碳化硅衬底市场占有率超过60%，最受市场重视。全球半导体厂商对于8英寸碳化硅衬底的关注度也在不断提升，在WolfSpeed率先推出的8英寸碳化硅衬底的带领下，其他供应商将陆续跟上，并积极开展供应链上下游合作。

TrendForce集邦咨询预测，至2026年，碳化硅功率器件市场产值有望达到53.3亿美元。主流应用仍倚重电动汽车及再生能源，电动汽车产值可达39.8亿美元，年复合增长率约38%；再生能源达4.1亿美元，年复合增长率约19%。

（许子皓）

2025年意法半导体MCU 12英寸晶圆产能将增长1倍

本报讯 3月15日，意法半导体亚太区微控制器和数字IC产品部(MDG)物联网/人工智能技术创新中心及数字营销副总裁朱利安在“STM32创新媒体沟通会”上指出，意法半导体将积极扩大产能，确保安全和灵活的供应链。2022年意法半导体的资本支出达到了35亿美元。为继续支持产能增长，预计2023年资本支出将增至40亿美元。意法半导体将结合多种措施扩大产能，包括积极投资提升内部产能，加大外部代工合作力度保障供应等。到2025年，晶圆产能将显著增加。预计到2025年12英寸晶圆产能将增长1倍。

在本次会议上，意法半导体还发布了多款MCU产品。STM32C0定位于对8位或16位MCU的替代，采用Arm Cortex-M0+内核，运行频率为48MHz，可让开发人员以更少的成本实现更多功能，应用于家用电器、工业泵、风扇、烟雾探测器等领域。STM32WBA52整合了Blue-tooth LE 5.3连接技术、超低功耗模式和安全性，搭载运行频率100MHz的Arm Cortex-M33内核，目标市场为智能家居、工业照明、传感器、电气设备开关、网关和便携式医疗设备等。STM32MP13 MPU搭载1GHz Arm Cortex-A7应用处理器内核，通过加密算法加速器、侧道保护、防篡改、安全存储，配合TrustZone技术和可信固件安全处理环境，可保证物联网设备的高安全性。STM32H5可以提升物联网设备的安全功能。STM32H5搭载Arm Cortex-M33内核，兼备高性能、安全性和经济性，可用于下一代物联网设备的开发，让边缘设备具有更多智能，并加强物联网设备的攻击防御能力。

随着云计算向边缘延伸，作为边缘计算设备核心的MCU需要具备更强的处理运算能力，同时支持高速通信、多种通信协议解析，甚至是集成嵌入式AI等，MCU的技术发展趋势受到越来越多的关注。安全性、无线连接、人工智能将成为MCU产品未来的主要增长点。

（陈炳欣）

英飞凌宣布以8.3亿美元 收购GaN Systems

本报讯 近日，汽车芯片龙头企业英飞凌宣布，以8.3亿美元收购氮化镓功率半导体制造商GaN Systems，意在加强其氮化镓产品组合，进一步巩固英飞凌在电源系统领域的地位。目前，双方已签署最终协议。

随着AI、5G通信、新能源汽车等技术的发展，对于智能终端快速充电提出了更高要求，需要采用新型半导体器件以提升快充效率，减小快充体积。氮化镓作为一种宽禁带材料，在速度、效率、耐高温等方面均优于传统硅器件，在功率系统领域具有广泛的应用前景。

市场调研组织Yole预计，到2027年，氮化镓功率器件市场规模有望达到20亿美元，而2021年仅为1.26亿美元。目前，消费电子领域是氮化镓应用的主要驱动力。该机构预测功率氮化镓在消费电子市场的需求将从2021年的7960万美元增长到2027年的9.647亿美元，年复合增长率为52%。

据了解，GaN Systems是专注于氮化镓功率半导体厂商，可以满足包括消费电子、数据中心服务器、电源、可再生能源系统、工业电机和汽车电子等领域的产品需求。英飞凌首席执行官Jochen Hanebeck表示：“氮化镓技术的突破正在为节能减碳提供全新的解决方案。氮化镓技术在移动充电桩、数据中心电源、住宅太阳能逆变器和电动汽车车载充电器等应用中的采用正处于峰值，市场增长迅猛。收购GaN Systems将显著加速实现英飞凌的氮化镓技术路线图。”

（许子皓）

最难“芯”事：漫长拉锯的基带芯片

虽然苹果的软硬件端到端一体化程度已经难有匹敌，可还有一个尚未攻克的重要环节——基带芯片。

在2G和3G时代，苹果iPhone主要采用英飞凌的基带芯片。2010年8月，英特尔与英飞凌达成协议，收购了英飞凌的无线解决方案业务。但从2011年的iPhone 4S开始，苹果转向了高通的基带芯片。在4G时代，苹果的iPhone机型或采用高通基带，或采用高通、英特尔双版本基带。从2017年1月起，苹果围绕专利许可费用的收取方式和收取额度，与高通展开了多次交锋，这也导致了2018年的iPhone机型几乎全部采用了高通基带。2019年4月，苹果和高通宣布撤销两家公司在全球范围内的所有诉讼，并达成了一项为期六年的芯片供应协议。

然而，与高通的和解，并不是这场基带芯片拉锯战的终点——从不依靠单一供应商的苹果，决定自己研发。与高通和解3个月后，苹果就收购了英特尔的手机基带业务，包括知识产权、设备和租约，2200名英特尔员工加入苹果。收购完成后，Apple将拥有超过17000项无线技术专利。

但是，基带芯片的研发门槛极

高。Gartner研究副总裁盛陵海向《中国电子报》记者指出，基带芯片研发的难度可以从宽度和垂直两个维度来看。从垂直维度来说，基带芯片不仅要支持5G，还要向下兼容4G、3G和2G。从宽度来看，基带芯片要支持全球的网络制式，和各国主要运营商进行测试。如今市场上的智能手机基带芯片供应商，基本上都是从2G时代就开始进行技术和专利积累。

这就意味着，即便吸纳了英特尔的专利和人才团队，苹果对基带芯片的研发仍然面临着重重挑战。

一位产业观察人士向《中国电子报》记者表示，苹果研发基带芯片有四道难关。一是兼容通信协议。基带芯片的核心是支持多种通信协议，并与各种天线、滤波器、功放模块进行配合。不同的通信协议之间相互独立，彼此之间的复杂度不同，对于非通信起家的企业有一个长期积累的过程。二是信号处理技术。基带芯片采用高频信号处理技术，如数字信号处理、射频集成电路设计等，这些环节背后所需的工程实践是短时间内难以就绪的。三是电源管理和功耗控制，基带芯片需要处理大量的通信数据，并需要控制各种模块的

功耗，以确保整个系统能够在有限的电量下正常运行。四是安全性。基带芯片需要处理包括电话、短信、移动支付等通信和安全数据，其安全性和保密性的实现有着相当的技术门槛。

虽然困难重重，可一旦自研成功，在提升手机盈利表现和性能表现等层面的回报可谓丰厚。

盛陵海向记者表示，高通基带芯片的毛利一般在50%以上。以苹果的销售体量来看，一旦成功自研基带芯片并搭载到iPhone机型，能在基带芯片采购层面节省大量经费。这对于一向在激烈竞争的智能手机市场保持较高毛利的苹果来说，能够进一步提升议价能力和盈利表现。

在性能层面，业内专家向记者指出，如果苹果研发出基带芯片，就可以将基带整合到自家的A系列处理器，进而降低手机功耗，延长电池使用寿命。同时，整合基带芯片可以提高系统的通信能力和响应速度，也可以更加精准地控制通信信号质量和数据传输速度。

记者近期查询苹果官网时，注意到苹果在3月发布了其对基带硬件设计工程师的招募，并提出了“电气工程学士及3年以上相关工作经验”等12项资质