

掌控芯片制造的“火候”，看懂小处用心的美好

在中文里，“火候”一词的使用并不局限在厨房，更能用来评价处世的修养，以及为人的境界。

在芯片制造领域，也是如此。小小的芯片，看似简单，却充满了科技之道。只有真的懂得制造工艺与应用原理，了解每一颗芯片生产背后的艰辛，才能看懂制造商从小处用心的美好。

晶圆制造与未来汽车

在强大的半导体技术推动下，许多曾被认为属于科技幻想的汽车功能正不断被开发出来，例如先进的驾驶辅助系统（ADAS）正在为自动驾驶

汽车铺平道路。可以这么说，汽车电子业务发展缓慢、后续乏力的情况已经一去不返了。

总体而言，从现在到2023年，汽车应用半导体市场预计将出现7%的复合年增长率，市场价值将从350亿美元增加到540亿美元。在ADAS/自动驾驶/车载信息娱乐系统（IVI）/电动汽车动力总成（EV Powertrain）/安全性等应用的推动下，每辆汽车中所包含的半导体芯片价格，将从2017年的375美元增长到2025年的613美元。在此期间，最具代表性的ADAS应用领域预计将会出现CAGR猛增的现象，达到19%。

然而即使这样，在大多数人的印象中，汽车电子与晶圆代工厂之间的关系似乎并不紧密。不过，最近两则与格芯（Global Foundries）相关的新闻，正在改变人们的这一传统观念。

5月23日，格芯宣布22nm FD-SOI（22FDX）技术平台通过AEC-Q100（2级）认证，准备投入量产。这意味着，作为AEC-Q100汽车标准的一部分，格芯22FDX技术的能力已经得到验证，能够满足汽车市场严格的质量和性能要求；另一则消息来自中国，5月18日，第八届松山湖中国IC创新高峰论坛上，由中国公司设计，基于芯原（VeriSilicon）

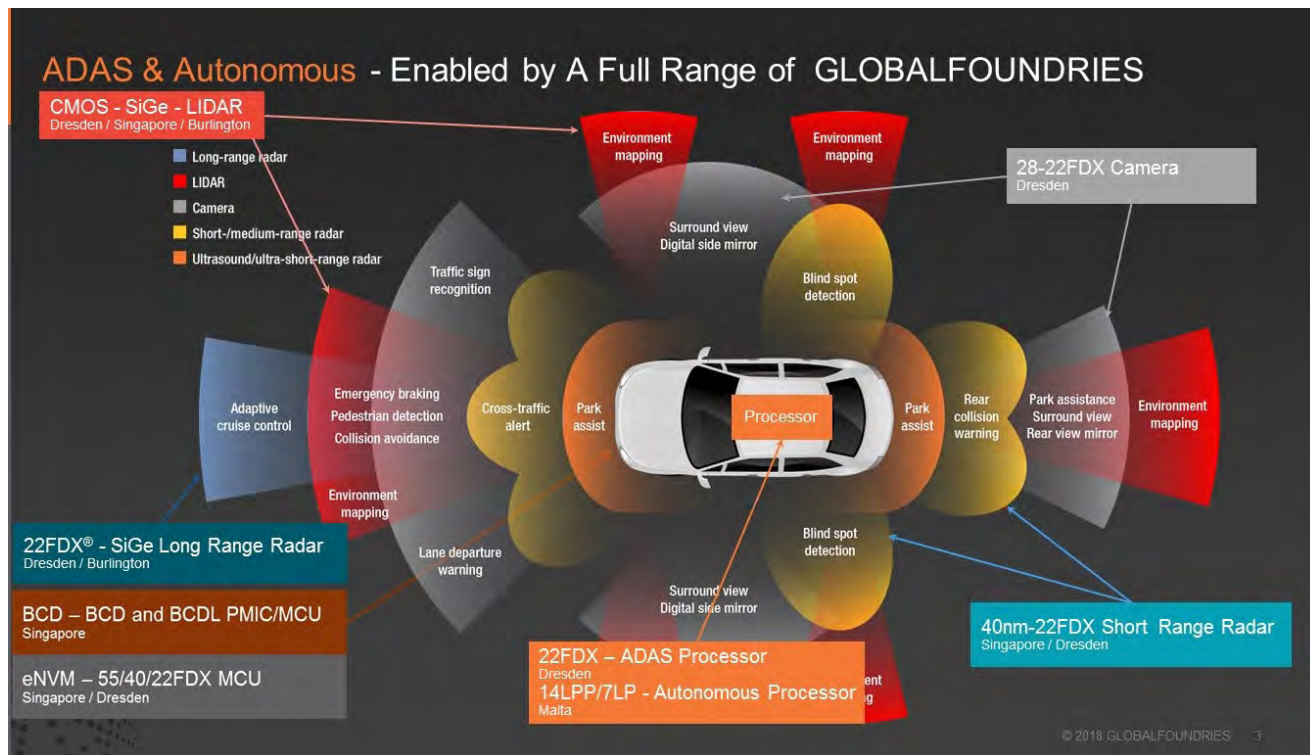


图1. 格芯在ADAS与自动驾驶领域的技术储备。

作者：朱宇，格芯中国区市场总监

VIP8000 架构的全球第一颗对标 Level-4 的基于多传感器的神经网络芯片，采用 GF 22FDX 工艺制造，已于今年 4 月成功流片。

IP、工艺与服务，一个都不能少

提到格芯的汽车电子业务，2017 年推出的 AutoPro 服务包是一个绕不开的话题。这种服务包提供所有格芯汽车技术都具备的体验、质量和可靠性，以质量系统准备就绪、技术平台准备就绪和运行准备就绪三种核心技术为支柱构建，完全满足汽车行业严格的质量和可靠性要求，帮助汽车制造商利用芯片的力量，迈入“智能互联”的新时代。

先让我们花点时间简单了解一下 AutoPro 服务包里所包含的相关技术：

面向汽车的嵌入式存储器

格芯 130nm 至 22nm 技术平台提供了广泛的嵌入式存储器解决方案，例如嵌入式磁阻性 RAM(eMRAM) 和嵌入式闪存 (eFlash)，这些存储器解决方案能够满足 2 级到 0 级汽车市场的要求。

CMOS 毫米波雷达

40nm 和 22FDX CMOS 毫米波

解决方案能够实现存储器、DSP、模拟和 RF 的片上系统集成，借此优化 ADAS 解决方案的成本和复杂性，特别适合短距离侧面 / 尾部以及中距离前视雷达。22FDX 全耗尽 SOI 可以比肩 SiGe RF 性能，适合长距离雷达，具备 CMOS 的集成优势，并因 CMOS 独特的背栅极偏压功能实现了超低功耗。

SiGe BiCMOS

SiGe BiCMOS 解决方案凭借经由 SiGe HBT 实现的出色 VCO 相位噪声、更高的 PA 输出功率和效率，为汽车 ADAS 雷达 RFIC 提供出色性能，非常适合长距离前视 77GHz ADAS 雷达。

RF SOI

45RFSOI 部分耗尽型式 SOI 技术采用以 RF 为中心的厚金属层后端，此后端被置于含有大量阱的高电阻率衬底上，帮助实现低损耗和出色的谐波性能。它是面向低延迟、新一代 V2V 和 V2X 应用的理想解决方案。该技术提供出色的 RF 性能，具备先进 CMOS 的集成优势。

动力解决方案

130nm BCD 工艺支持客户为电

动、混合动力和内燃机汽车内的多个模块提供单芯片解决方案。符合 1 级和 0 级汽车标准的工艺，适用于电池管理、电池监测、头端 PMIC。其 80V 器件具备转变成 100V 器件的路线图 (适用于 48V 混合规格),NVM (eFlash) 解决方案则可用于获取与电池使用时间和健康状况有关的实时信息。

Autopro 服务包解决方案的重要性，在于它使得格芯在全球的每一个代工厂，无论是德国德累斯顿、纽约马耳他，还是新加坡，甚至包括中国成都工厂，也无论他们采用何种制程工艺 (新加坡的 180nm、130nm、55nm、40nm 成熟工艺，或是纽约马耳他厂的 14LPP/12LP/7LP FinFET，或是德累斯顿工厂的 22 纳米 FD-SOI 技术)，都能够提供通过车规认证的多种汽车客户模块化平台。

比起其他市场的客户，汽车客户对质量和可靠性的要求更高，这无可厚非。因为我们都知道，汽车和卡车在使用周期内，无论是在何种天气、道路条件和交通条件下，都必须正常运行，因此“IATF16949 认证”的重要性不言而喻。

IATF16949 认证是保证整个生产

格芯面向汽车的功能

关键要求	130 BCD/ 180 BCD Lite®	55LPX	40LP	28SLP	22FDX	14LPP/12LP	7LP
AEC Q-100 汽车级							
2级 (-40°C 至 +105°C Ta)	●	●	●	●	●	●	○
1级 (-40°C 至 +125°C Ta)	●	●	●		○	○	○
0级 (-40°C 至 +150°C Ta)	○	○	●				
存储器							
eFuse	●	●	●	●	●	●	○
eFlash	●	●	○				
eMRAM							
毫米波雷达集成					○		
封装							
2D (FC BGA)	●	●	●	●	●	●	○
WLP (扇入、扇出)	●	●	●	●	●	●	○
2.5D	●	●	●	●	●	●	○
3D							○
集成：NVM、RF、模拟		●	●	●	●		
核心电压(Vdd)	1.8V/5V/6V (180 BCD Lite) 1.2V/1.5V/5V (130 BCD)	0.9V, 1.2V	0.9V, 1.1V, 1.2V, 9V, 12V	0.8V, 1.0V, 1.1V	0.65V, 0.8V	0.8V	0.75V
I/O 电压	5V, 6V (180 BCD Lite) 5V (130 BCD)	1.8V, 2.5V, 3.3V	1.5V, 1.8V, 2.5V, 3.3V	1.5V, 1.8V, 2.5V, 3.3V	1.2V, 1.5V, 1.8V, 2.5V, 3.3V	1.2V, 1.5V, 1.8V	1.2V, 1.5V, 1.8V

图2. 格芯面向汽车的功能。

过程处于可控、可追溯状态的信心源头，能向客户保证格芯在汽车级 IC 的生产、测试、筛选等环节均处于零缺陷状态，这是汽车客户非常在意的指标。目前，格芯位于德累斯顿的 Fab 1 晶圆厂已经完成了首次全面的 IATF16949/ISO9001 核查，这表明工厂的质量管理系统符合汽车生产要求，汽车客户可以从格芯的平台上面获取符合车规的 IC 产品。

为不同的应用选择正确的工艺

与其他晶圆代工企业不同，格芯在 FD-SOI 和 FinFET 这两个领域都有布局。我们始终认为，在 22FDX 的生产工艺中，它的掩膜工艺成本和复杂度要比 14nm FinFET 低不少，RF 器件所需的基体偏压 (Body Bias) 又很难用 FinFET 工艺来做。因此，考虑到可以在功耗、性能和成本方面提供实时的权衡，FD-SOI 将是打造“具备连接能力的新型嵌入式系统所需的理想技术”，物联网 (IoT)、5G 和先进驾驶辅助系统 ADAS 是最为适于导入 FD-SOI 技术的市场领域。而在设计具有最高处理性能的芯片时，采用像 FinFET 这样先进的 CMOS 技术则更为适合。

那么，如何为不同的应用选择正确的工艺？

跟客户进行深入交流，充分了解他们的产品需求，是格芯一贯坚持的做法。如果有客户想做高性能处理芯片，格芯就会推荐他们使用 FinFET 工艺；如果只想做一个雷达收发器，那么硅锗工艺就足够了；如果想做一个高分辨率雷达，22FDX 工艺则更加合适。而且，在制定方案的同时，格芯还会根据不同的工艺给出相应的 PPA 分析报告，方便客户做出



图3. 格芯面向汽车SoC市场的产品路线图。

正确的选择。

以汽车雷达为例，目前 77-86GHz 的中 / 长距离汽车雷达的射频部分通常基于硅锗工艺，数字部分基于 180nm 和 130nm CMOS 工艺，芯片整体处理能力不强。与之相比，格芯 22FDX 技术则能够提供更出色的毫米波 (mmWave) 性能和数字密度，使得基于 22FDX 的雷达传感器能够提供更高的分辨率和更低的延迟，且总系统成本非常低。很快我们会看到有客户展示基于 22FDX 技术所构建的雷达成像芯片组，此芯片组能够检测 300 米范围内的物体，且具备分辨率极高的宽视场。

而在 77GHz 短 / 中距离雷达模块的开发中，有客户采用的则是格芯成熟的 CMOS 工艺技术来开发。该模块将微控制器、数字信号处理器、SRAM 和闪存和支持组件集成于电路板上，用于替代更大型的雷达阵列。

当然，雷达只是汽车半导体应用中的一种。动力总成控制是另外一种。在近期举办的嵌入式世界大会中，Silicon Mobility 展示了其公司的现场可编程控制单元 (FPCU)，用于控制电动和混合汽车的动力总成。该单元采用格芯的 55LPx CMOS 技术进行构建，能够实时处理和传感器及致动器，在单个半导体 (符合安全标准 ISO 26262 ASIL-D) 中，与标准 CPU 连接。

由此获得的功能更强大、更灵活、更安全的架构，可以提升电动和混合汽车动力总成的控制力和性能。通过在硬件而非软件中快速实施复杂的动力总成控制算法，大幅节省了能源，并延长电池的使用寿命。根据 Silicon Mobility 的反馈，FPCU 可以将电动和混合汽车的行驶范围扩大 32%。

目前，对空调、引擎和油路系统进行控制的 MCU、短 / 中 / 长距离雷达、针对电动 / 混合电动汽车的电源管理 IC、以及用于 ADAS / 自动驾驶的高性能处理器，占据了格芯汽车电子业务的前几位。从我们自己的观察来看，中国汽车客户更倾向于做视觉和自动驾驶处理芯片，欧洲市场比较大的应用来自微控制器、传感器、摄像头和激光雷达，美国则以激光雷达和自动驾驶解决方案最具代表性。

中国是一个很有趣的市场，国际市场里有 30% 的供应商都来自中国。但很多中国 tier 1 的车厂，却还是从比较大型的车用器件公司采购标准的雷达或者处理器芯片，这是目前的现状。不过，格芯仍然相当看好中国层出不穷的创新方案，将视频监控领域所涉及的视觉系统经验运用到汽车领域就是其中一例。除了提供包括 MIPI 接口、Can Bus 等在内的 IP 整体解决方案外，通过在中国成立设计中心，帮助客户更好的利用格芯平台，更是我们的优先战略。◆