



## 国产设备在 28nm 制程实现市场突破 未来有望在竞争中胜出?

2016年我国宣布了多个新的存储厂或 Foundry 厂的投资,这是对设备业的一个重要机会。但从整体发展水平上看,中国半导体设备业与国际水平相差仍然很多。中国设备企业如何借助这次历史机遇,发挥优势做大做强呢?

本报记者 万林

### 装备业迎来黄金发展期

伴随全球半导体产业向亚太地区转移的产业大势,中国半导体市场在全球市场中份额与价值不断提升,中国半导体产业已经进入了历史发展的黄金时期。过去的两三年中,国际和国内半导体制造商几乎全线挺进中国大陆,不遗余力地进行产能扩张,这为发展中国国产半导体装备业带来了发展机遇。我们应该如何抓住机遇,借机做大、做强中国半导体装备产业?对此,北方华创科技集团股份有限公司高级副总裁、首席战略官张国铭在接受《中国电子报》记者采访时指出:“从历史上看,每一次市场转移和产业振兴都为配套产业的发展带来了机遇。当下全球一流的半导体制造商和我们本土优秀的半导体芯片制造企业的技术与产能扩张必将带动本土设备技术的发展。与国际一流客户在地域上的亲近以及良好的服务体系无疑为本土设备商协同客户发展提供了极好的契机。根据目前各大厂商公布的未来几年在中国大陆扩张的技术规划,未来几年我们在设备技术的发展方向上至少可以在以下几个方面得以突破:16/14nm 及以下的 FinFET 技术发展,多次曝光技术带来设备技术和设备数量的需求,3D NAND 闪存技术所带来的设备需求以及 3D 封装技术对晶圆级封装设备的需求突破……”

“这是在延伸摩尔定律方面对设备在技术和市场体量方面的需求,我们只要紧跟客户需求,一定能在技术上加快追赶步伐。而多元化的下游应用驱动又为上游市场带来了多样化的设备需求,未来物联网、传感器与汽车电子等产业的蓬勃发展未必要求最先进的技术制程,却对设备能够满足多样化的需求提出了要求。国

产设备在 28nm 及以上的制程已经实现了市场突破,只要我们能够丰富产品种类,拓宽应用领域,满足客户多样化的工艺需求,未来完全有机会在适应性上与国际对手从同一起跑线上竞争,并非常有望在市场选择中得以胜出。”兼任北京北方华创微电子装备有限公司副总裁的张国铭进一步表示。

上海兆芯集成电路有限公司副总裁傅城也表示,我国这些年来扶持发展了一些设备企业。这些企业当前阶段,首要立足的仍是国内市场。过去十几年中国国内半导体设备市场其实并不大,在 2015 年以前基本上每隔 2~3 年才会发布一个 12 英寸或 8 英寸项目。这样的市场规模,很难喂饱一家规模设备企业。现在随着多个大型项目的发布,至少从市场层面规模在扩大,如果每年启动 3~4 条生产线的建设,并保持这种增长速度,相信 3~5 年后支撑起 5~6 家国内设备企业是有可能的。当然前提条件是有一定的政策倾斜。比如规定在符合设备规格条件的情况下,要至少有一半设备从国内供应商采购。这样就会给国内设备厂商一个成长的机会。设备厂的成长需要有适当的商业环境,资金、人才、技术的积累都需要一个过程。

### 应鼓励本土设备采购

既然当前市场给了中国半导体装备业发展的机遇与途径,应当从国家层面给予设备企业哪些支持呢?对此,张国铭认为:“20 世纪以后,经过十余年的发展,中国半导体装备业已经涌现出了几家技术与规模兼具的先锋企业,完全有能力担当起行业领头羊的角色。过去中国半导体设备产业给外界的整体印象是小、弱、散,新的发展形势下,国内设备商有必要,也具备了通过合作、整并提升整体实力的条件和契机。国之重器在精而不在多,即便是荷兰、美国、日本这样的半导体装备发达国家,设备的代表性厂商也不过 1~2 家,这是国际同行给予我们的经验启示。另外,通过整合并购打通的供应链、客户、渠道和人才团队也是提升和改善小、弱、散的有效途径。所以,国家应该鼓励和支持国内装备企业的合纵联

合,以龙头企业为先锋,打造中国半导体装备的国家舰队。在此基础上,鼓励中国企业的出海并购也是打造国际化的中国企业的捷径之一。在不懈强化自身实力的同时,国家应大力支持装备类的战略型企业寻找海外优质标的进行整合并购,并在资本运作、外汇支持、政策审批等方面给予特殊通道的灵活机制。

“此外,目前国产设备仍处于追赶阶段,企业规模和融资能力有限,要想加快追赶速度,需要国家继续加大科技研发资金的支持,在当下以资金换时间。同时,半导体装备业也是人才密集型产业,需要多学科的高端人才支撑,我国对这方面的人才供应缺口很大。因此,一方面需要国家加大微电子等学科人才的培养;另一方面,要加强官、产、学、研紧密合作,如此,不仅能为企业技术发展提供源头上的智力支持,而且也将为企业培养出大批的实用型人才。”张国铭表示。

“最后,产业链的配套实现,除了要依靠上游零部件大力供应,下游客户的使用态度更是至关重要。在这个问题上,国家应该积极鼓励国内主流客户的本土设备采购——在战略型设备的采购行为中坚定体现国家意志,特别是对于那些在技术和市场中已经取得突破的本土化设备。同时,关键零部件本地化也是实现装备产业本土化的决定性因素之一,正如中国半导体设备业的崛起速度还未赶上其市场的崛起速度一样,中国工业基础能力的薄弱同样也制约着设备业的完全国产化。在巨大的市场需求面前,关键零部件仍依赖进口的现状一方面使我们无法彻底摆脱受制于人的发展隐忧;另一方面使我们不得不将采购视线转向海外,从而在一定程度上提升了设备成本,最终影响国产设备的价格竞争力。”张国铭说。

联华电子股份有限公司中国销售服务处资深处长林伟圣也认为:“中国的优势在于本地的半导体产业投资基金数额庞大,所以在政府资金援助的条件下,国内的设备使用者可以和国内的设备厂商以及高校一起合作来加速基础设备的开发。”

## SOI 与 FinFET 技术谁更优

莫大康

1999 年,胡正明教授在美国加州大学领导一个由美国国防部高级研究计划局(DARPA)出资赞助的研究小组,这个小组当时的研究目标是 CMOS 技术如何拓展到 25nm 及以下领域,实现这种目的有两种途径:一是立体型结构的 FinFET 晶体管,另外一种是基于 SOI 的超薄绝缘层上硅体技术(UTB-SOI,也就是我们常说的 FD-SOI 晶体管技术)。

体硅 CMOS 技术走到 22nm 之后,因为光刻技术所限,特征尺寸已难继续微缩,急需革新技术来进一步发展。在众多的候选技术之中,FD-SOI(Fully Depleted SOI,全耗尽 SOI)技术极具竞争力。对于 FD-SOI 晶体管,硅薄膜自然地限制了源漏结深,同时也限制了源漏结的耗尽区,从而可改善 DIBL(Drain Induced Barrier Lowering,漏致势垒降低)等短沟道效应,改善器件的亚阈特性,降低电路的静态功耗。此外,FD-SOI 晶体管无需沟道掺杂,可以避免 RDF(Random Dopants Fluctuation,随机掺杂涨落)等效应,从而保持稳定的阈值电压,同时还可以避免因掺杂而引起的迁移率退化。

FD-SOI 技术不仅能得到 FinFET 全耗尽晶体管带给平面传统技术的全部好处,而且还能实现后者无法达到的先进的负偏压(back bias)技术。

FD-SOI 工艺可以将工作电压降低至大约 0.6 伏,而相比之下 Bulk CMOS 工艺的最小极限值一般在 0.9 伏左右。使用 FDSOI 的后向偏置技术可以提供更宽动态范围的性能,因此特别适合移动和消费级多媒体应用。

FD-SOI, SOI 中位于顶层的硅层厚度会减薄至 5~20nm,这样器件工作时栅极下面沟道位置下方的耗尽层可充满整个硅薄膜层,如此便可消除在 PD-SOI(PD 为部分耗尽)中常见的浮体效应。

在部分耗尽型 SOI 结构中,SOI 中顶层硅层的厚度为 50~90nm,因此沟道下方的硅层中仅有部分被耗尽层占据,由此可致电荷在耗尽层以下的电中性区域中累积,造成所谓的浮体效应。

### SOI 的现状

SOI 工艺具有这些优势,一是减少寄生电容,提高器件频率,与体硅相比 SOI 器件的频率提高 20%~35%,二是减少寄生电容。降低漏电流,SOI 器件的功耗下降 35%~70%。三是消除了门锁效应之间由于寄生的 PNP 和 NPN 双极性 BJT 相互影响而产生的低阻抗通路,它的存在会使 VDD 和 GND 之间产生大电流。随着 IC 制造工艺的发展,封装密度和集成度越来越高,产生 Latch up 的可能性会越来越大。四是抑制衬底的脉冲电流干涉,减少软错误的发生。五与硅工艺相容,可减少 13%~20% 工序。

从 SOI 现状来看,法国 Soitec 已实现 FD-SOI 晶圆的高良率成熟量

产,其 300mm 晶圆厂能够支持 28nm、22nm 及更为先进的节点上大规模采用 FD-SOI 技术。目前,全球有三家公司能够供应 FD-SOI 晶圆,包括法国 Soitec、日本信越半导体(SHE)、美国 SunEdison。这三家公司均采用了行业标准的 SOI 晶圆制造技术,智能剥离(Smart Cut)。

FD-SOI 技术的生态系统发展正在几个方面逐步展开。三星及格罗方德已经宣布计划量产并采用 FD-SOI 晶圆进行多项目试产(即 tape-out,指硅芯片从设计到制造的这一步骤)。FD-SOI 的设计生态系统也在持续壮大之中,并且在 28nm 和 22nm 的工艺节点上进展尤为迅猛。众多电子设计自动化(EDA)公司正积极研发与 FD-SOI 相关的 IP。目前已有多家 IC 设计厂商公开表示全面拥抱这项技术,一些宣布将在未来的开发路线图采用 FD-SOI 技术。

采用 FD-SOI 的功耗更低,成本更少。目前市场上最优秀的 GPS 产品功耗大概在 10 兆瓦,而使用 FD-SOI 技术制作的芯片功耗能达到 1 兆瓦,功耗降至 1/10。

一种新的工艺技术离不开生态系统的支持,实际上,FD-SOI 生态系统正在逐渐成形,围绕 FD-SOI 工艺,已经形成了工艺研究、晶圆、IP、代工厂、IC 设计公司的产业链。法国 Soitec、日本信越等号称可以提供每月超过 10 万片 SOI 晶圆的产能,除 FD-SOI 已在意法半导体量产外,格罗方德已有意法半导体签约有意导入 FD-SOI 工艺。

其中 ARM 的支持显得尤为重要,因为 ARM 大多情况下都是在场边观战等待最终结局,业界认为“只要 ARM 出声,就表示晶片已经就绪了”。

ARM 认为,22nm FD-SOI 可让你的性能提高一倍,并改善 10 倍的漏电问题。ARM 实体设计部门总经理 Will Abbey 表示:“ARM 的 Cortex A32 与 A35 核心具备低功率与高效能优势,能够适当地为功率敏感的 IoT 应用进行反向闸极偏置,是 FD-SOI 的理想方案。”

FDSOI 可以广泛应用在有超低功耗要求的领域,如移动通信、CPU、ADC、RFIC 及超低电压数字电路等。

### FD-SOI 与 FinFET 谁更优

比较 FD-SOI 及 FinFET 可能比较困难,因为缺乏比较的基线。目前在先进工艺制程中 FinFET 技术占优,包括英特尔、台积电、三星都在采用 FinFET 技术,并且已经进入 10 纳米量产,台积电声称 7 纳米今年试产,明年量产。三星声称它的 7 纳米处理器芯片今年底有可能提前量产。英特尔声称 2018 年 10 纳米 PC 处理器芯片量产,并称它的 10 纳米水平相当于台积电、三星的 7 纳米。而 FD-SOI 技术目前仅 STMicron 开始产出 22 纳

米的 FD-SOI 芯片。

为什么会出现这样的情况?是否表示 FD-SOI 技术不行?答案非也。

任何一项技术采用与否由市场决定。FD-SOI 技术在高频、低功耗、抗静电等方面有明显的优势,为什么 fabless 不采用它?

由于 SOI 硅片的成本太高,目前 8 英寸的 SOI 硅片每片要 300~400 美元,而通常的体硅片每片才 30~40 美元,相差十倍。因此估计 SOI 代工硅片价格应该在每片 1000 美元左右,而中国的代工厂,它们的 8 英寸硅片平均代工价格每片约为 400 美元。因此,只有如 RFIC 等特定用途才会采用 SOI 代工。另一方面是代工硅片的数量越多,价格才能降下来,由于 FinFET 技术广泛被采用,它的产业链更完善,而 SOI 的产业链尚在逐步完善之中,它的使用不如 FinFET 方便。

尽管 IBS 公司关于 FD-SOI 与 FinFET 的成本报告分析,FD SOI 成本更低,但是目前 SOI 技术缺乏与 FinFET 同等数量的市场。

FD-SOI 与 FinFET 技术各有各的应用场合,那些有低功耗等需求的应用,采用 FD-SOI 技术更合适。FD-SOI 技术需要市场培育。

有人认为未来可能是 40~28nm 的 FD-SOI 技术与 14nm 及 10nm 的 FinFET 技术会共存相当长时间。最终在 7nm 及以下时 SOI 也将从 2D 发展到 3D,即发展为 SOI FinFET 工艺。SOI 与 FinFET 技术会殊途同归,两种工艺并非是完全对立的技术。

### 中国需要 SOI 技术

中国半导体业界经常议论“要实现弯道超车”,而 FD-SOI 技术可能是其中最为靠谱的“弯道超车”技术之一。

中国半导体业要涉足 FD-SOI,还必须跨过几坎。中国要进入 SOI 领域必须实现 SOI 晶圆自制,价格要降,而且 IC 设计公司、代工厂几方面必须联动,逐步完善 SOI 的生态产业链。

现阶段市场的需求量上不来,需要政府部门牵头,制定规划,引导资金支持,不可能单纯依靠市场解决所有问题。

目前中国的 FD-SOI 技术尚未实现规模量产,国内的 IC 设计公司尚处多任务硅片 MPW 设计验证阶段。

2016 年 3 月上海硅产业投资有限公司和 Soitec 合作。据透露,在双方合作达成之后,中方的 IC 设计厂商能够通过格罗方德和三星的代工获得使用 FD-SOI 技术,同时 Soitec 承诺如果未来中国大规模采用了这个技术,保障提供晶圆。“除了销售产品的合作,在研发和生态系统建设方面也将展开合作。”

中国半导体业发展没有捷径,在确定方向之后,要踏实地解决一个又一个难题。

(上接第 1 版)一是持续创新能力不足,产品结构较为单一。消费电子、手机类芯片占据约 90% 以上市场份额,难以满足中国制造 2025、“互联网+”等国家战略带来的巨大市场需求。二是产业链协同不足。一方面,国内集成电路设计企业产品主要在海外代工,另一方面,集成电路制造企业的主要客户也来自海外。先进制造工艺、产能规模、IP 数量、服务不足等导致芯片制造企业无法承接国内先进设计产能。三是高端人才短缺。领军人才匮乏,企业技术和管理团队不稳定,是长期以来制约中国集成电路产业发展的主要问题之一。据不完全统计,到 2020 年缺口在 30 万人左右,特别是极具全球化视野、企业家精神的领军人才缺乏将成为影响产业可持续发展的关键因素。

### 二、推动集成电路产业发展的主要内容

《信息产业发展规划指南》(以下简称《指南》)中突出了发展集成电路产业这一重点,主要包括五个方面:一是坚持需求导向,以重点整机和重大应用需求为导向,增

强芯片与整机、应用系统的协同,进一步完善产业生态环境。二是面向云计算、大数据、物联网等新增长点,服务制造业强国、网络强国战略,着力提升集成电路设计水平,不断丰富 IP 核和设计工具,突破 CPU、FPGA、DSP、存储器等高端通用芯片,提升芯片应用适配能力。三是把握“后摩尔”时代发展机遇,加快发展高密度封装及三维微组装技术,探索新型材料产业化应用。四是抓重大项目建设,发挥带动作用,引导产业链环节协同发展,加快推动先进逻辑工艺、存储器等生产线建设,持续增强特色工艺制造能力,以生产线建设带动关键装备和材料配套发展。五是贯彻落实《推进纲要》,实施集成电路产业跨越建设工程。

### 三、国家推动集成电路产业快速发展的具体措施

加快构建以集成电路为核心的现代信息技术产业体系,是推进信息化和工业化深度融合、落实《中国制造 2025》、“互联网+”、大数据等国家战略的迫切要求,是推动我国经济结构战略性调整的必然

选择。为贯彻落实《推进纲要》和《指南》,工业和信息化部将会同相关部门在以下几个方面开展工作:

一是结合《推进纲要》的落实,加强集成电路产业发展的顶层设计和统筹协调,围绕重大市场需求,加强产业链上下游资源的组织协调,推动重大生产力布局建设,做强产业链关键环节,补齐产业薄弱环节;二是推动产业资本与金融资本协同,加大金融支持力度,按照产业链部署创新链,依据创新链部署资金链,加强产业资本与金融资本协作,形成发展合力;三是加快提升以企业为主体的创新能力,统筹利用各类基金渠道,突破关键核心技术和重大产品,提升企业发展能力,建设集成电路创新中心,搭建共性关键技术平台,加强标准与知识产权工作;四是继续贯彻落实国发〔2000〕18 号、国发〔2011〕4 号等产业政策,保持政策的连续性;五是引导集成电路企业的兼并重组和资源整合,鼓励企业“走出去”,大力吸引国(境)外资金、技术和人才,提高创新发展起点。

Electronic Chemicals

BETTER CHEMISTRY BETTER LIFE!

Better Chemistry Better Life

永光电子材料  
IC、LED、LCD、TP 光刻胶  
IC、LED、LCD、TP 显影剂  
IC、LED 蓝宝石研磨浆料

台北市大安区敦化南路二段 77 号 5~6 楼  
Tel: +886-2-27066006 Ext. 571-579  
ecbu@ecic.com.tw  
www.everlightchemical-ecbu.com

Everlight Chemical