

国际半导体工业发展态势分析

Developmental Tendency of the World's Semiconductor Industry

许居衍

(中国华晶电子集团公司, 中国工程院院士 无锡 214061)

郑 荭

(东吴大学—华晶无锡微电子应用研究所, 教授 无锡 214061)

一、引言

半导体工业日益全球化, 不论是社会高度信息化的美国, 还是区域特点十分明显的台湾地区, 其半导体国际贸易毫无例外地存在“大进大出”的现象。在当前条件下, 发展我国半导体工业也不可避免地要受到国际半导体市场的影响, 尤其是对涉及发展前景问题, 更加需要了解世界半导体工业的发展动向。只有站在一定的高度上讨论当前国际半导体工业发展态势, 才能更全面地制定我国半导体工业的发展战略。

10 年前, 我们从科学技术、投资结构、工业规模、工业增长等方面分析了半导体(硅)工业发展态势, 得出了生产手段日益加强、企业协作风卷全球、应用领域迅速扩展、设计技术仍在成长等结论。根据这些特征进而讨论了半导体技术生命曲线、半导体工业结构及其演化问题, 并强调指出: 随着工艺技术的日益精细化, 设备投资将日渐上升, 在这种情况下, 将促使工业重组, 导致企业综合化(垂直集成、混合集成、战略联盟)、生产两极化(多品种、少数量的要求将促进没有半导体制造厂的半导体公司和委托加工业务的发展)、工业全球化(技术与市场因素上升, 跨国公司增长)等重大变化; 半导体传统(硅)技术仍沿着十分明确的微细加工方向发展, 尽管至今尚未出现可与竞争的替代技术, 但是传统的半导体器件物理、工艺加工技术、工业增长等将不可避免地相继呈现成熟期的特征, 并因此导致工业进步由工艺革新转向应用创新, 工业附加值由工艺技术转向设计技术。

以上这些预测性分析, 基本符合 10 年来的发展事实, 下面我们仍将沿着前 10 年的思路对当前的一些发展作进一步分析。

二、半导体传统技术日趋极限, 工业创新日益转向应用技术

历史上任何一种工业均大致遵循 S 形的生长过程。工业社会的基础(基干)材料(钢)工业已经走完了这个过程, 信息社会的基础(功能)材料(硅)工业目前虽然远离饱和期, 但带动传统硅工业发展的计算机工业(约占硅应用的 40%)在一些发达国家则已出现了饱和期特征(见图 1)。工业增长率由 1975~1990 年的两位数(31.8%), 下降为 1989~1992 年的一位数(6.7%)。美国商务部预计, 美国计算机工业增长率在 1992~2005 年将下降到 7.6% 左右。尽管下世纪随着“信息高速公路”的发展, 多媒体产品将再度激发硅工业向前发展, 但是从传统硅技术的角度考察, 也必然会遵循类似的规律。

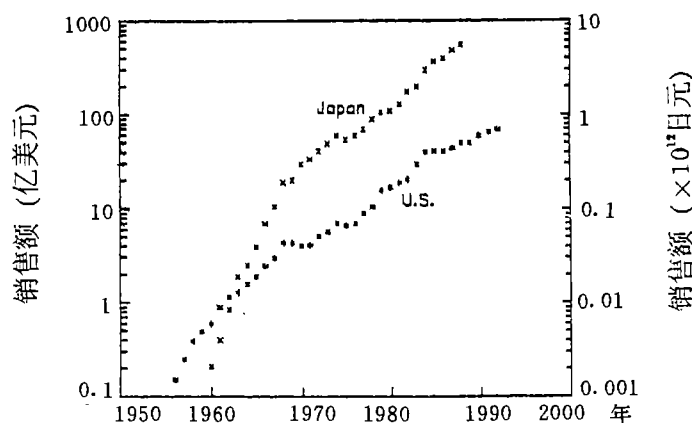


图 1. 美日计算机销售值增长趋势 (出处 Nikkei)

研究表明, 传统硅工艺技术将在 20 年内达到其技术生命极限, 等待新的突破。在突破前的一段相当长时期内, 将是一个已有技术的综合与复合创新的活跃年代, 硅应用将得到前所未有的充分发展。这个结论的意义不在于准确时间的预测, 其重要价值是启示人们去深刻认识半导体(硅)工业的

阶段发展特征:半导体硅技术就象是开采多年的“金矿”一样,“进尺日深,难度日增”,因而在同样投入产出比目标下,人们更倾向于已采“金子”的推广应用,从应用中创造效益,其结果使得半导体工业进步从早期的单纯“工艺技术”驱动明显地转向“应用技术”驱动,追求在应用创新中获得高额利润,从而兴起了与用户密切相关的专用集成电路(ASIC)及其设计技术。这个发展态势与10年前预测一致,只是已明确到付诸实践,并获得实效的程度。

三、半导体加工方法日趋复杂,工业结构日益呈现多元化

半导体制造中最关键的工艺是图形刻蚀(更全面说是图形转移)。传统半导体技术在向极限迈进过程中,一方面图形转移的精度日益提高,一方面在制造工序中其操作数(或掩膜层法)也日益增多,从而导致半导体芯片加工投资急剧上升(见图2)。这表明,半导体工业就其整体而言,早已由纯技术密集型向资金密集型特征过渡,而芯片制造业投资的高度膨胀则导致了“没有半导体制造厂的半导体(Fabless)公司”的大量兴起,并因此刺激了委托加工(Foundry)业务的发展。这一走势表明,它在顺应电子信息产业向电脑—通信一体化方向发展要求的同时,又从另一个方面反映了半导体工业发展现阶段的某些特点,即80年代个人电脑的诞生与发展带来以存储器为核心的高速增长,因而出现了“微细加工”=“高密度存储器”→需求增长的增长公式。但是在进入90年代以来,半导体工业的附加价值开始由“微细加工”转向“创新设计”,其效益产品则从动态随机存取存储器(DRAM)转向微处理器(MPU),其中包括专用集成电路。正是这个特点使得追求微细加工技术,以优良制造技术在大生产中赢得巨额利润的日本在辉煌一时之后又把繁荣交还了致力大规模集成电路(LSI)逻辑设计,以超群智力在创新中赢得巨额利润的美国。

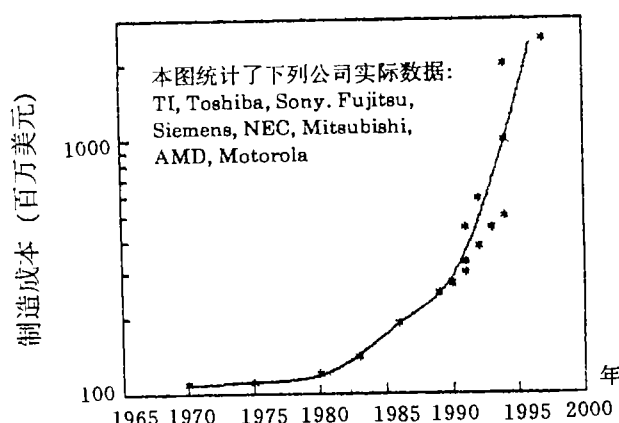


图2 半导体工厂投资趋势(出处: Intel)

此外,由这个事实,我们还看到另一个重要的特点,即在“应用创新”日益成为工业进步的今天,综合(纵向垂直)企业由于缺乏灵活性,难以适应多样化时代要求,其固有的一体化优势受到了挑战。半导体工业经过长达40多年的充分发展,在市场法则的筛选下,逐渐造就——淘汰——再造就了一批各具特色的企业及其名优产品。例如,当前所有的个人计算机,几乎全是清一色的“美国CPU”,“日、韩RAM”和“台湾主机板”。统包统揽一切的公司(如IBM),正在进行着“向下优化”(downsizing)的革命。企业间优势互补,你中有我、我中有你的联盟格局已经形成。

四、半导体产品日趋高级,应用特征日益呈现“功能软化”

产品更新力度是工业创新活力的一种体现,因而对产品进行深层次分析,对于了解工业发展趋势及其特征具有重要的意义。

半导体产品的更新除了表现在分立器件比重日益下降(1994年,仅占14%),互补金属氧化物半导体(CMOS)的比重日益上升(1994年占80%以上),产品技术寿命日益缩短(动态随机存取存储器的产品三年更换一代)等几个特点外,半导体产品的技术驱动性质与应用特征还具有非常独特的个性。

从技术驱动上看,过去半导体技术的矛盾是微细加工,因而动态随机存取存储器由于其结构规则而又适于规模生产,成了引导工艺(制造)技术进步的驱动产品,推动了微细加工、专用设备、洁净设备、专用技术、硅材料、化学试剂等一系列涉及芯片制造技术方面的技术进步。但是,自80年代中期,特别是进入90年代以来,随着半导体技术应用的扩大,以体现逻辑设计能力为中心的创新应用,得到了极大的发展,因而专用集成电路和微处理器补充动态随机存取存储器的不足,成了引导应用技术进步的驱动产品,推动了设计方法、设计软件、测试技术、封装技术等一系列涉及半导体技术应用方面的技术进步,从而使半导体工业进入了一个工艺与应用技术双驱动的健康发展道路,推动半导体技术继续向前发展。

从产品应用特征上分析,围绕“造”(要求标准)和“用”(要求专特)的矛盾,半导体产品一直处于“通用”与“专用”的周期性波动之中。1947年发明的晶体管(T),大约经过10年的改进、提高、推广,被广泛应用于计算机、收音机等各类电子整机,因而是一种“通用”产品。60年代末,随着集成电路的逐渐成熟,开始针对不同电子系统设计晶体管化的集成电路,这类电路对不同整机(如收音机和计算器)

不能通用,被称为专用标准产品(ASSP),从而标志半导体工业主流产品由“通用”进入了“专用”循环。专用标准产品虽然量大,但仍不能满足所有整机用户要求,因而70年代发明并逐渐成熟的微处理器,由于可以通过指令集为不同用户提供不同的应用,成为一种比晶体管更为高级的新的“通用”产品,从而使半导体进入另一个“通用”循环。随后由于超大规模集成电路(VLSI)的出现,大大刺激了系统设计师实现整个系统集成的梦想,专用集成电路逐渐活跃起来,尤其是“门阵列”电路(GA),由于能较好地兼顾“造”与“用”的利益,因而获得了快速的增长,使半导体又回归进入另一个“专用”循环。80年代中期以来,在专用集成电路应用的基础上,发展了现场可编程门阵(如PLD、FPGA)等一类集成电路,对“造”家来说是最终产品,而对“用”家来说又可以通过现场编程满足不同的使用要求,从而克服了掩膜编程之类专用集成电路的不便,使半导体又回归进入了一个“通用”循环。最近,在现场可编程门阵列应用发展基础上,开发了一种可在系统内进行编程和再编程的超大规模集成电路(ISP)。它允许用户在同一块芯片上,通过软件编程,对系统进行反复修改设计,以达到系统功能的最佳结果。这种新集成电路的出现,表明半导体产品的应用特征继微处理器之后出现了更为高级的逻辑功能“软化”的特点。

五、半导体市场日趋东方,产销地日益转向亚太地区

1986年,日本的半导体市场份额超过美国;同年,飞越太平洋的航空运输开始超过大西洋。这两个互不相干的事实,传递了一个重要的信息,作为现代世界经济增长的基础工业,随着世界经济活动中心的转移而明显地转向太平洋地区。

80年代,半导体生产与销售主要被美国和日本公司垄断,西欧占有较小份额。进入90年代以来,亚太地区(不含日本,下同)的半导体工业增长速度是世界平均值的2~3倍,因而使得半导体产销地域结构发生了很大的变化,即由美、日瓜分所形成的“两极化”向美、日、欧、亚“多极化”结构发展。仅仅10年的时间,亚太占全球的市场份额就由8%(1983)上升到19%(1993),与西欧持平。预计亚太半导体消费与生产份额近年将全面超过西欧。日本野村研究所、美国电子工业协会等有关研究指出,亚太电子工业产值将于本世纪末超过日本而名列世界第二,其中民生电子1995年超过日本,计算机2000年超过美国,均名列世界第一;通讯产品于2002年超过日本,位于美、欧之后。在电子整机市场刺激下,预计2010年前亚太地区将成为世界第一

大半导体消费市场(见图3)。

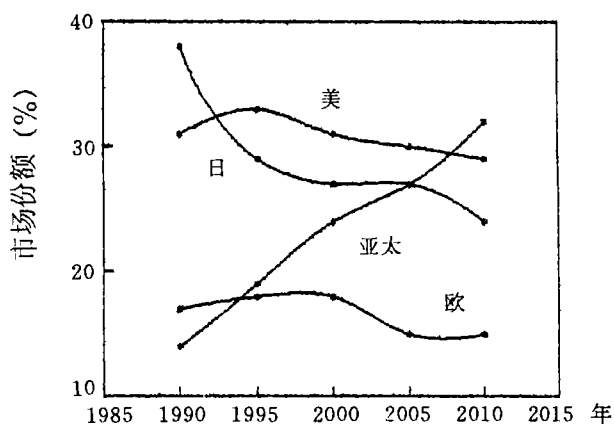


图3 全球各地半导体市场份额变化趋势(出处:野村所)

半导体市场的扩大,促使亚太逐渐成为“世界生产中心”(《日本经济新闻》),目前全球半数以上的家电产品产自亚太地区,例如收音机、录音机、冷气机、彩电生产分别占全球的97.5%、50.6%、48.4%、49%。正是由于这个原因,跨国企业所作的抽样调查显示,2/3以上跨国公司今后投资的首选目标为亚洲。例如,66%的美国跨国公司,77%的日本跨国公司和69%的欧洲跨国公司选中亚太地区,并视中国为“第一重点”。从而印证了美国80年代出版的《2000年大趋势》一书的预言:“本世纪末和下一世纪,最大商业机会在亚洲”。今天太平洋两岸之间的贸易量差不多相当于大西洋两岸之间贸易的两倍,亚洲的出口增长幅度1993年、1994年分别高达12.8%和13.3%,是世界贸易额增长率4%和5%的三倍左右;世界最大的20个出口国(地区),1980年亚洲仅占4个,而1993年上升到9个;过去15年中,在世界出口排名表中,中国从第33位上升到11位,香港从第27位上升到第8位;在世界10大新兴市场中,7个位于亚洲。这些事实表明,亚太经济的高速发展推动了亚太半导体市场的增长;而亚太半导体工业的繁荣,又促进了亚太经济的进一步增长。

六、结 语

以上对国际半导体工业发展态势所作的分析表明,正向成熟期过渡的半导体工业仍然充满着生机,其中尤其是应用创新将不断涌现,市场领域将不断延伸,从而在根本上动摇了历史上所谓的“工业30年成熟”的理论基础。半导体技术在近50年的发展历程中,一再以“技术进步与低价格化”的连锁推进格式,延缓了新技术突破的进程,驱动着世界经济长达两个长波周期的持续增长,使之成为现代的“战略工业”。

(下转第12页)

潜力很大(京山计划发展到 20 万亩板栗和 10 万亩银杏,同时推行新的经营方式,预计年产可达 2 亿多斤),使人们大开眼界、大开脑筋。

这里要介绍的另一个是浙江的临安县,总面积 3 217 平方公里,山区占 86.1%,人口 50 万(农业人口 42 万),是全国的造林绿化先进县和农村综合经营“百强”县之一。现在人均经济林 2.08 亩,按当地农村户籍人口计为 2.5 亩,按留村实际人口计为 3 亩。因为忙不过来,目前外来打工者已达 8 万人。全县现有一万多台织绸机,有一半是外来打工者操作的。该县的特点是,高山全部封育,森林密茂,低丘和缓坡全部经营经济林。由于因地制宜,全县经营开发项目内容十分丰富,有些已形成优势产业。农田主要解决食物自给和完成征购任务。该县不仅经济发达,而且环境优美,整个县境就是一个森林世界。他们的说法是“山青了,全局就活了”。该县农经委主任认为山田开发关系可分为三个阶段(或层次),一是荒山或垦山与农田并存,二是青山与农田并存,三是青山、经济林、农田并存。现在我国大部分山区尚处于第一阶段,这实际上是贫困的模式;小部分处于第二阶段,这是过渡型或温饱型模式;处于第三阶段的则是极少数,但这部分现正在扩大。后者具有富裕山区特征,也是山区要达到的理想境界。临安属于第三阶段,当然进入这一阶段后还有高低之别,临安属于后者,尚待继续前进。临安县的同志认为从第一到第三阶段,大致要奋斗 30 年时间,而且要坚持干下去不能间断。我以为这是实实在在的衷心之言,也是经验之谈。

现在,一些省已明确提出要在本省山区“再造一个省”,要像经营耕地一样经营山林。这是一个新的动向、新的发展,非常值得重视。

正在兴起的山区建设高潮有许多特点,主要是大农业思想和生态经济思想十分突出、十分鲜明,着眼于全部土地的合理利用和综合发展,着眼于生产、环境和资源培植同时抓,还着眼于产品的质量 and 竞争能力。这是非常可喜可贵的苗头。

当前是建设山区和牧区的千载良机,各级决策、领导部门似应全盘统筹,把握引导,使之与建立农区、山区、牧区协调发展的农业生产体系,与建立

新的粮棉油肉奶生产基地的总体安排结合起来,把我国的经济建设推向一个新的水平。

着力研究、组织和推动 山区建设,乃当务之急

为了指导好正在兴起的山区建设高潮,需要有部署、有准备地组织大批干部和科技人员进山,研究各地山区的现状、各种建设经验和典型,制定各类山区的发展规划,普及山区适用的新技术新成果,使山区各项建设事业更有效地开展起来。

当然推动这项新工作是有相当难度的。一是我国长期没有综合研究山区的相应机构,没有理论储备和资料储备可资利用;二是在政策思想上和实际工作中长期来存在着浓厚的“目中无山”的倾向和观念。但也有有利方面,即广大山区人民在开发和建设中已有了多种实践,这类实践不仅丰富多彩而且仍在不断创新,一切不符合山区情况的各种陈旧观念、“理论”和“学说”都将被突破、被放弃而逐步消失。因此,只要坚持不断实践,坚持规模实践一定会有好结果的。

一位刚从尼泊尔回国的农业专家对我说,那里有几千个国际机构在研究山区问题,他们的基本论点是:世界的贫困问题在亚洲,亚洲的贫困问题在山区。这位专家还慨叹我国山区研究的落后,慨叹相应机构、人员、经费的奇缺。这个反差引起了我的深思:难道“不识庐山真面目,只缘身在此山中”真是一条打不破的规律吗?难道一定要等到别人来教训我们时才去治山吗?难道已有的经验和教训还不能使我们醒悟吗?……

我相信当前正在兴起的山区建设高潮是扎根于群众之中的,是有巨大生命力的,是会冲垮一切阻力而不断发展的。

我们应为此高潮呐喊、呼唤,并在这个方向上坚持不懈地思考、研究、奋斗。可以有信心地说,中国农村、农业又一场伟大的变革和发展,势将在广大的山区展开。看来中国真正实现全国现代化的最后战场,也将在这山区。(责任编辑 蔡德诚)

(上接第 29 页)

国际半导体工业上述发展态势,给我国带来严峻的挑战和难得的机遇。由于半导体工业已成为“吞金式”的“资金密集型”产业,我国失去了低投资高回报的发展时机,现在又面临电子系统创新设计乏力,使得半导体产品很难在创新应用中创造高附加值;从而给资金短缺的我国半导体工业带来巨大困难。但另一方面,以我国为“加油站”的亚太经济持续高涨,将成为带动世界前进的“火车头”。大国

的优势、可观的资本存量、巨大的市场、廉价的劳动力,使得我国正在走 18 世纪英国,19 世纪德国,20 世纪美、日之道路,顺着历史发展的轨迹,逐渐发展成为 21 世纪的“世界工厂”。现在我国已成为世界上电视机、电话机、收音机等产品的最大生产基地,因而随着计算机、通信市场的扩大,电子整机以原设备制造(OEM)方式涌向我国,势必带动我国半导体工业的高速发展。(责任编辑 肖庆山)