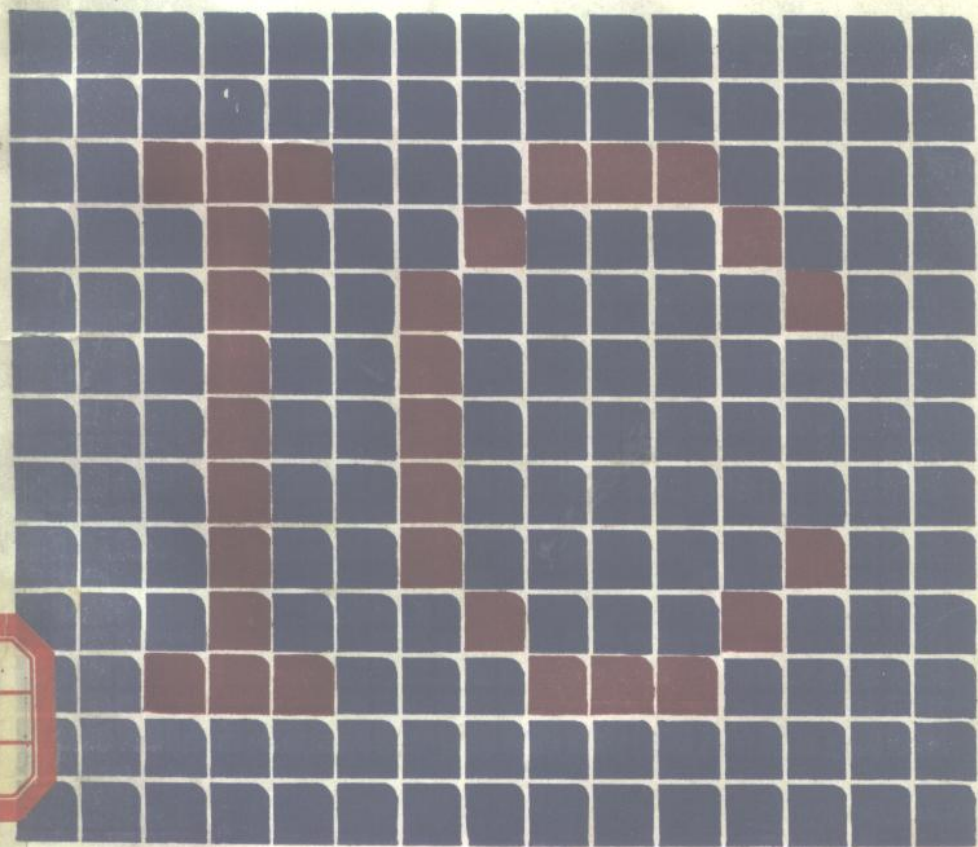


# 集成电路工业的秘密

〔日〕志村幸雄

电子工业出版社



# 集成电路工业的秘密

## 看不见的经济战争实况！

〔日〕志村幸雄 著

管丕杞 芦云蓉 陈金阁 译

陈 金 阁 校

電子工業出版社

## 内 容 提 要

本书综述了近几年来各国集成电路工业在技术上、经济上的竞争中求得迅速发展的情况，数据翔实，可窥全貌。作者对各国集成电路工业发展的政策和作法，以及发展前景，进行讨论，态度认真，颇多引人注目的见地。本书对于电子工业领域科研、生产和管理人员很有参考价值。对于相关部门、公司、工厂、科研单位、高等和中专院校的领导或经理人员活跃经营管理思想以及灵活把握市场需求脉搏尤有神益。

### 集成电路工业的秘密

看不见的经济战争实况！

〔日〕志村幸雄 著

管丕恺 芦云蓉 陈金阁 译

陈 金 阁 校

责任编辑：边际

电子工业出版社出版（北京市万寿路）

新华书店北京发行所发行，各地新华书店经售

北京电子仪表工业局印刷厂印刷

开本：850×1168毫米1/32 印张：6.56插页：1字数：176.4千字

1985年3月第1版 1985年4月第1次印刷

印数：1-10,000册 定价：1.40元

统一书号：15290.104

◎各种集成电路的特征及其广泛的用途

| 分<br><br><br>类               |            | 混合集成电路          |       | 半 导 体 集 成 电 路                     |       |     |
|------------------------------|------------|-----------------|-------|-----------------------------------|-------|-----|
|                              |            | 厚 膜             | 薄 膜   | MOS                               | 双极型   |     |
|                              |            |                 |       | 数 字                               | 线 性   |     |
| 设 备 投 资                      |            | 小               | 中     | 大                                 |       |     |
| 开 发 费                        |            | 小               |       | 大                                 |       |     |
| 集 成 度                        |            | 小               |       | 大                                 | 中     |     |
| 批 量 生 产                      |            | 可               |       | 优                                 | 良     |     |
| 其<br>他<br>特<br>点             | 优<br><br>点 | 电感也可组装进去        |       | 功 价                               | 速     | 噪 漂 |
|                              |            | 大功率             | 高 频   | 耗 格                               | 度     | 声 移 |
|                              |            | 大电流             | 高 精 度 | 小 低                               | 快     | 小 小 |
|                              | 缺<br><br>点 | 体 积 稍 大         |       | 速 度 慢                             | 功 耗 大 |     |
|                              |            | 价 格 较 高         |       |                                   |       |     |
| 主<br><br>要<br><br>用<br><br>途 |            | 视 频 音 频 设 备、汽 车 |       | 通 信 机                             |       |     |
|                              |            |                 |       | 计 算 器、钟 表、微 型 机、<br>计 算 机 的 存 储 器 |       |     |
|                              |            |                 |       | 计 算 机、测 量 仪 器                     |       |     |
|                              |            |                 |       | 视 频 音 频 设 备、通 信 机                 |       |     |

◎集成度在不断提高的集成电路

| 分 类                | 定 义 的 范 围              |
|--------------------|------------------------|
| 小规模集成电路<br>(SSI)   | 一个集成电路中的元件数为99个以内。     |
| 中规模集成电路<br>(MSI)   | 元件数为100~999个。          |
| 大规模集成电路<br>(LSI)   | 元件数为1000~10000个。       |
| 超大规模集成电路<br>(VLSI) | 门数为10000以上，即元件数超过10万个。 |

日本电子机械工业会编

摘自“集成电路指南”

## 前 言

集成电路(IC)工业是一种奇妙的工业。它的年增长率近30%，被称为“高速发展的工业”，但其内部却也常常存在着危及企业生存的陷阱，所以，又被称为“冒险的事业”。集成电路本身是技术密集型商品，而其制造工艺和农作物生长一样，深奥微妙，难以捉摸，内部存在着劳动密集型的因素。再者，集成电路工业需要巨额的设备投资和研究开发费用，犹如一个吞噬金钱的动物，是不容易赚钱的工业，加之产品价格直线跌落，有时简直象白给一样，这种情况也并不稀奇。尽管如此，集成电路工业对多数企业来讲是一种必不可少的工业。电子、电气厂家，不言而喻，都在全力研究集成电路，就连汽车、钟表、乐器和办公机器等厂家也相继开始研究。

本书着重用这种集成电路工业的神话和戏剧性故事来描绘集成电路工业的真象。其中，“光明”的部分主要汇集于第I章，“阴暗”部分汇集于第III章。

围绕着集成电路工业，日、美之间的贸易问题长期以来一直不能解决，因而着重介绍了日、美集成电路的工业的长处和短处。与此同时，随着生产厂家的国际化和相互渗透，不得不从全球观点来采取相应的对策。在第II章中，从正面探讨了这些问题，并指出了当前的开展情况和存在的问题。

最后，在第IV章讨论了近几年来一直急剧增长的新型集成电路的应用市场，并描绘了它的轮廓和前景。请读者理解“集成电路的制造者将控制市场”这样一句话的某些含义。

另外，当执笔写这本书的时候，要事先说明的是，作者在过去一年左右的时间内，有机会在以下杂志中发表了文章，本书引用了其中的一部分或大部分。这些杂志有：《日经商业》、《中央公论经营问题》、《选择》、《实业往来》、《二十一世纪论坛会报》、《日本财团》、（月刊就职杂志特刊）、《大众科学》（钻石周刊增刊）、《商用计算机》（RAM增刊）、《日经流通新闻》以及作者主编的技术杂志《电子材料》等。

关于技术词汇尽量在正文中加以说明，但如能先看一下扉页后面的附表，大体掌握其相互关系，也许更有助于理解其意思。

志村幸雄

一九八一年六月

# 目 录

## 前 言

### I 集成电路工业高速发展的秘密

#### 1 已揭开序幕的超大规模集成电路时代 ..... ( 3 )

大力士对摔跤选手( 3 )日美欧二十家公司的竞争( 5 )提高成品率的战斗( 7 )激烈的日美价格战( 9 )通向超大规模集成电路时代的道路( 11 )

#### 2 “工业食粮”的结构 ..... ( 15 )

两种工业食粮——集成电路工业和钢铁工业( 15 )现代炼金术( 16 )半导体工业的统治者( 18 )从计算机到玩具( 23 )声名狼藉的通产省( 26 )向国防工业靠拢( 27 )引人注目的石油资本( 29 )

#### 3 高速发展的八十年代 ..... ( 31 )

难以准确预测( 31 )MOS时代( 32 )近在咫尺的“十万亿日元工业”( 36 )不断增强的日本优势( 37 )

#### 4 集成电路工业生存的战略 ..... ( 40 )

争夺第一名的战斗——日本电气遥遥领先的背景( 40 )低价格战的来龙去脉( 43 )设备投资扶摇直上( 47 )减少外购, 加强自产自用( 51 )半导体厂家中的新手( 54 )重视研究和开发( 56 )

#### 5 集成电路工业的地理政治学 ..... ( 60 )

北纬30度和40度之间( 60 )空运型工业( 61 )富裕的劳动力( 64 )三个地区的不同面貌( 66 )硅谷工厂过密, 部分外迁( 68 )向硅岛的集中与扩散( 70 )

### II 在国际化的暴风雨中

#### 1 “日本=半导体大国”论的背景 ..... ( 75 )

日本第一( 75 )强者和弱者之间( 76 )安德逊的炸弹( 78 )综合性企业的优点( 81 )MOS时代的先锋( 83 )严格的质量管理( 85 )日本“土



## 壤”的优越性(86)

### 2 美国的还击 ..... (89)

口号是“提高生产率”(89)潜力巨大的技术开发(92)“强大的美国”的复兴(94)通用电气公司重返战场(96)美国从梦中苏醒,掀起新企业建设高潮(97)

### 3 西欧半导体工业的苦恼 ..... (99)

非常薄弱的生产力(99)裹足不前的保守性(101)日本企业蜂拥而至(103)官民一体、自立自强(105)日欧摩擦的可能性(107)

### 4 中国半导体工业的实力 ..... (109)

摇摆不定的半导体振兴政策(109)缺乏实力的生产技术(111)热衷于开发计算机(112)基础研究受到重视(114)

### 5 经互会各国的梦想与现实 ..... (117)

注重传统技术(117)和西方的技术差距(118)计算机共同开发计划(120)

### 6 互相渗透时代已经到来 ..... (123)

某些人事情况(123)又一个“半导体巨头”(124)美国势力积极向其他国家渗透(123)日本厂家的国际化战略(128)IBM收买日本生产技术(130)

## II 集成电路工业的忧虑

### 1 半导体工程师的苦恼 ..... (135)

纪闻I—半导体工艺技术人员(135)纪闻II—半导体应用技术人员(138)

### 2 半导体工业的陷阱 ..... (141)

订货—发货比的秘密(141)罗勒莱妖女\*——MOS地位的逆转(144)半导体事业围绕人事变动的发展(146)成品率就是生命(149)半导体工业具有农业特征(152)

### 3 集成电路工业的内幕 ..... (155)

半导体武士(155)来自俄国的使者(157)芯片小偷的手法(159)产品解剖分析技术(161)

## IV 激烈的市场争夺战

### 1 热火朝天的“微型机时代” ..... (167)

“微型化”带来的巨大进步(167)微型机改变了IBM的形象(169)推广应

用的新产品不断涌现(171)个人计算机时代已经到来(174)

2 声音记录在芯片上.....(177)

机器能开“口”说话,洗“耳”恭听(177)声音合成的三种方式(178)不需要译员的时代(180)从响导解说到防犯报警(182)声音识别技术也在迅速发展(183)

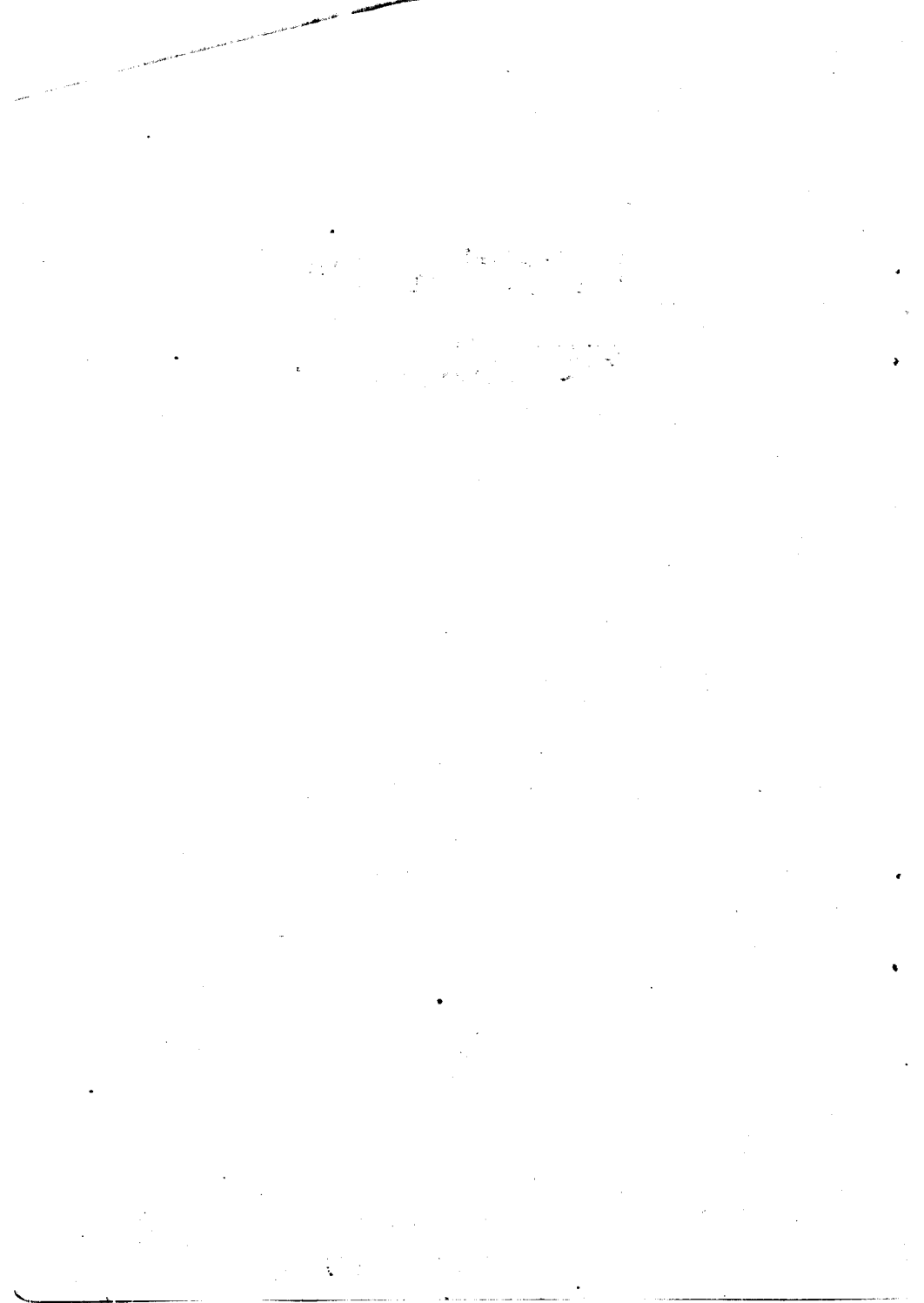
3 “计算器”新产品市场的激烈竞争.....(186)

争相攀登世界高峰(186)夏普公司追求“新型”计算器(188)卡西欧坚持数字电子技术专业化(190)需求有赖于创造和开发(192)

4 汽车上装备微型机的时代已经到来.....(194)

日产等三家汽车公司领先(194)谁将成为芯片的供应者(196)可靠性和价格要求苛刻,犹如酸柠檬难以吞咽(198)日益增长的半导体需求(199)

# **I 集成电路工业 高速发展的秘密**



# 1 已揭开序幕的超大规模集成电路时代

## ——围绕着64K位RAM的日、美决战

### 大力士对摔跤选手

把硅片比做摔跤场，一个体格魁梧的大力士叉开两腿、墩墩实实在在地站在摔跤场地正面，他的对手象是一个摔跤运动员，紧身裤上印着星星标记，一看便可知道是代表美国的摔跤选手。跟日、美两国在国力上的差别相比，美国摔跤运动员显得个头又小又没力气，看到这种情形，不禁使人有一种既滑稽又悲壮的感觉。

——美国《幸福》杂志 1981 年 3 月 23 日刊登了一则特辑消息，题为“硅集成电路芯片——日本的挑战”，这幅画就登在文章的开头，它象征性地表现了日、美之间围绕着64K位动态RAM所展开激烈的市场争夺战(RAM为随机存取存储器的简称，是可即时写入和读出的存储器。位是信息量的单位，1K位是1024位)。在这幅画的旁边加有这样一段解说，“在计算机存储器方面，为争夺年销售额达十亿美元的新市场，美国的半导体工业正面临着必须与重量级的对手——日本决一死战的局面。”

64K位RAM之所以能把日本和美国的半导体厂家都卷入进去，形成大决战的战场，其背景就是，这种存储器是跨进“超大规模集成电路时代”大门的、具有战略性质的商品。

大致来说，一般的集成电路(IC)是在几毫米见方的芯片上集成100个左右的元器件，大规模集成电路(LSI)集成几千到几个元器件，而超大规模集成电路超(超LSI)\*则定义为集成10万个元器件以上的电路。普通的动态RAM采用MOS(金属氧化物半导体)结构，1位是由一个晶体管和一个电容组成的。因此，在64K

\* 译者注：在国内和国际上常简称为VLSI，即Very Large Scale Integrated Circuit的缩写。

位电路中，包括附加电路在内，集成了约15万个左右的元器件，在这个意义上，不管怎么说，它也具备了超大规模集成电路的资格。迄今为止，集成电路的主要产品为16K位的，其集成度为64K位电路的四分之一，所以仍处于大规模集成电路的水平。

因此，半导体厂家能否顺利地由“16K”转到“64K”，具有重要的意义，它是跨入所谓“超大规模集成电路时代”——80年代的试金石。

不可否认，64K位RAM对计算机而言有着不可估量的巨大影响。简而言之，一个主存储容量为64兆字节（1字节等于8位二进制数，1兆字节是1字节的100万倍）的超大型计算机，如果用过去的16K位集成电路来组装，需要32800个，如果换成64K位的电路，用8200个就够了。个数是原来的四分之一，实际组装面积当然也就减到了原来的四分之一，所以直接有利于计算机主机的小型化。另外，电子设备的故障往往是由元件之间的焊接点引起的，集成度增高到四倍，从理论上讲，故障的发生率也可望下降到原来的四分之一。再者，整机的耗电将减少，从用户的角度来看，这也是大有好处的。

除了上面这些优点之外，半导体厂家更希望收到降低成本的效果。制造集成电路的关键是芯片工艺（制管工艺）、工艺中经过多次光刻，在一块硅片上一次做出几百个电路芯片。就64K位RAM来说，用直径4英寸（约合10厘米）的硅片，估计一次可做出大约250个5毫米见方的电路芯片，但是，芯片的大小和制造所需要的工时与16K位RAM差不多。假设工艺成品率（合格率）是一个常数，那么每位的成本也将下降为16K位RAM的四分之一左右。目前，16K位RAM的价格已经下降到每位二日分（约合人民币0.017分），但是，可以断定，在今后几年内64K位RAM将下降到每位一日分（人民币0.008分）。大约十年之前，美国英特尔公司第一次生产半导体存储器时，其目标价格为每位一美分（约合人民币2分），可见现已降为十年前的四百分之一左右。

尽管价格下降的那么多，但销售金额仍在不断增加。回顾一下过去动态RAM的市场情况，按年销售额计，1K位动态RAM为7500万美元（高峰是1974年），4K位为1亿5千万美元（1977年），16K位为5亿美元（1980年），每次产品换型年销售额都以两倍或大于两倍的速度增长着。64K位动态RAM也会自然地继承这个“原则”，预计84年将形成10亿美元的市场，86年将形成20亿美元的市场。达到这样的市场规模，正如《幸福》杂志所指出的那样，“在半导体工业二十五年的历史中，（作为单一品种）这是第一次尝试。”因此，半导体界的人士对争取扩大存储器市场充满了热情。

日本大半导体公司之一——日立制作所的常务董事浅野弘说：“现在，64K位RAM和16K位RAM相比，每位的单价还贵一些，但因具有整机体积小、性能高和使用方便等优点。所以用户购买的热情很高。”他还热情表示：“正因为如此，半导体厂家在这种新产品上倾注全力是必然的反应。”以国际商业机器公司（IBM）为首的美国势力和日本计算机厂家之间，在计算机中“安装64K电路的竞争”已开始，也证实了这个问题。

### 日美欧二十家公司的竞争

64K位RAM市场和16K位时期市场不同之处是世界主要的半导体厂家都一齐涌了进来。其成员有：日本的日本电气、日立制作所、东京芝浦电气、富士通、三菱电机和冲电气工业；美国的德克萨斯仪器公司（TI）、莫托洛拉、国家半导体、英特尔、仙童、西格奈蒂克斯、莫斯蒂克和高级微型器件公司（AMD）；西欧的西门子、ITT半导体和茵莫斯，厂家为数众多。另外，加上美国自产自用厂家的两巨头IBM和西部电气公司等，足足达到二十家公司。

最近，到日本来的美国咨询公司——诺思蒂克·康塞普茨公司的副经理H·詹姆斯说：“过去，首先涌现出来的是像英特尔公司那样的追求创业者利益的厂家，接踵而来的则是旨在使产品

能大量生产和价格低廉的工厂。然而在64K位市场上，这种古典的模式已经崩溃了。”

在半导体领域中，从未出现过如此频繁的竞争。参加竞争的厂家当中，有未曾打入过16K位市场的新厂家，也有参加过竞争但因为时已晚，几乎没有发挥过什么作用的厂家。它们不仅在时间上赶在一起，而且参加竞争的厂家总数增加。厂家一多，就必然会加剧技术和市场两方面的残酷竞争。这些厂家一方面对将要到手的大市场垂涎三尺，另一方面又在接受着考验。鉴于这样一种情况，富士通公司的常务董事半导体事业本部长安福真民表示：“虽然每个厂家都充满希望，但必须经得住艰苦的竞赛考验”。

64K位RAM市场好像是一场拳击比赛，打这个比喻的人是美国工业分析家罗森先生。在这场拳击比赛中，第一回合富士通领先，它于78年在世界上首次发表了三电源供电方式的64K位芯片。第二回合的胜利者是德克萨斯仪器公司（TI），它于78年9月做出了目前的标准产品，即单电源供电方式的产品。第三回合，国际商业机器公司（IBM）开始用64K位RAM组装本公司的计算机，从而取胜。第四回合，莫托洛拉公司因于79年建立了大量生产体制而处于有利地位。第五回合，日立和日本电气搞起了大量生产体制而出人头地。第六回合，英特尔公司采用了有利于提高成品率的冗余电路，引起了人们的注意。

以上的内容刊登在罗森主办的《电子学简报》1980年11月28日一期上，第六回合以后的情况还是一个谜。

不过，这里有一个极为明显的事实，那就是，在综合能力方面，日本的实力遥遥领先。

其表现是，先于欧美一步确立了大生产体制。正如“经验曲线”中经验规律（参见第4节）所示，半导体工业是一种由生产量直接决定成本高低的典型工业。生产量越大成本越低，在市场上的优势也越大。当然，64K位产品也毫不例外，所以，参加竞争的国内外厂家都争先恐后地进行了大量的设备投资，谁都想挤进领先集团。《幸福》杂志报导说：“全世界对64K位的投资已



上升到7亿美元，其中，日本厂家的投资约占一半。”

日本的公司，尤其是富士通、日本电气和日立三个大公司沿用了16K产品的经验，对64K的大量生产和供应有着充分的准备。这三家公司到1980年上半年为止，已经建立了月产10—20万块的体制，但是“若希望月产100万块则随时可以达到”（富士通常务董事安福语）。日本电气公司董事松村富广意气高昂地说：“我们的目标不是第五回合取胜而是要当第七回合的胜利者。真正能够确保利润的厂家，最终可能只有三家。”东芝公司开始的时间虽然晚了一点，但它准备一鼓作气在1982年投入正式生产。

面对这种情况，在16K市场上处于劣势的厂家，这一次也不甘示弱。三菱电机公司半导体事业部长佐藤公夫说：“既然64K市场要比16K市场扩大几倍，那么对新加入的厂家来说也有充分的销售市场。”冲电气公司电子器件事业部集成电路事业推进部长泽村紫光也说：“面向大计算机厂家之外的用户，应当说还有相当大的买卖可做。”这两个公司为了建设大量生产64K电路的工厂，投资已达到100亿日元（折合人民币八千多万元），这一点也表现了他们的热情。

欧美国以日本的这些厂家为对手，参加竞争的厂家，在数量上占优势。它们虽然已放出了广告气球，但在实际的生产量方面，除了莫托洛拉、德克萨斯仪器公司等部分厂家外，其他厂家几乎没有发挥出什么力量（在16K位RAM方面占据着首位的莫斯蒂克公司也毫不例外）。日本的一些居首要地位的大厂家异口同声地说：“我们至少比美国领先6个月。”富士通常务董事安福毫无顾忌地断言：“现在，如果市场上有竞争，那么对手不是美国，而是日本国内的厂家。”正因为如此，围绕着64K位RAM市场，流传着“日本优势论”的说法。

### 提高成品率的战斗

被称为“下一代的超大型商品”的64K位RAM，今后，将如何扩大其市场呢？粗浅的看法是，它取决于成本和市场价格这