



華辰資本

CELESTIAL CAPITAL

**专注中国产业结构升级与创新，
聚焦新一代信息技术产业发展。**

2018年，在中国经济周期、产业周期、资本周期与政治周期四重叠加的特殊时期，本着“深耕产业、协同发展、价值驱动、重度赋能”的愿景，华辰资本（“华辰”）应运而生，致力成为中国最专业的创新型投资机构。

华辰资本总部位于中国最具发展活力与科技创新的深圳，专注于包括云计算、大数据、人工智能、边缘计算、工业互联网、5G等新一代信息技术领域，通过扎实的体系化产业研究与理解能力，以投资银行、战略咨询、产业研究、产业基金等模式，为新一代信息技术企业提供企业融资、战略视野、市场协同，价值管理、供应链管理、资源整合等产业赋能。

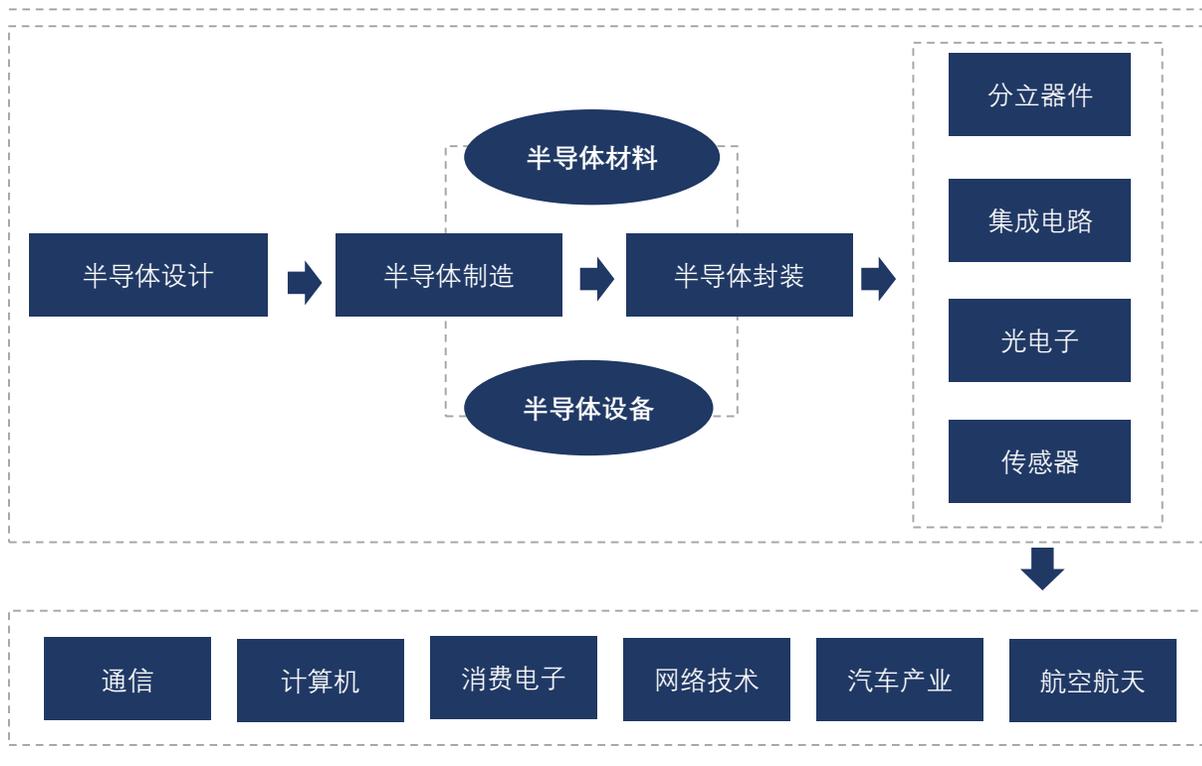
目录

一、产业分析	3
▪ 基本概况	
▪ 市场概况	
▪ 国产化竞争格局	
二、模拟电路	11
▪ 模拟电路概况	
▪ 市场规模与竞争格局	
▪ 企业分析	
三、数字电路	18
▪ 数字电路概况	
▪ 逻辑电路	
▪ 微处理器	
▪ MCU市场规模与竞争格局	
▪ MCU企业分析	
四、存储电路	32
▪ 存储器概况	
▪ 市场规模与竞争格局	
五、DOS器件	38
▪ DOS器件概况	
▪ DOS器件市场	
▪ DOS器件企业	

一、产业分析



图1 半导体产业链

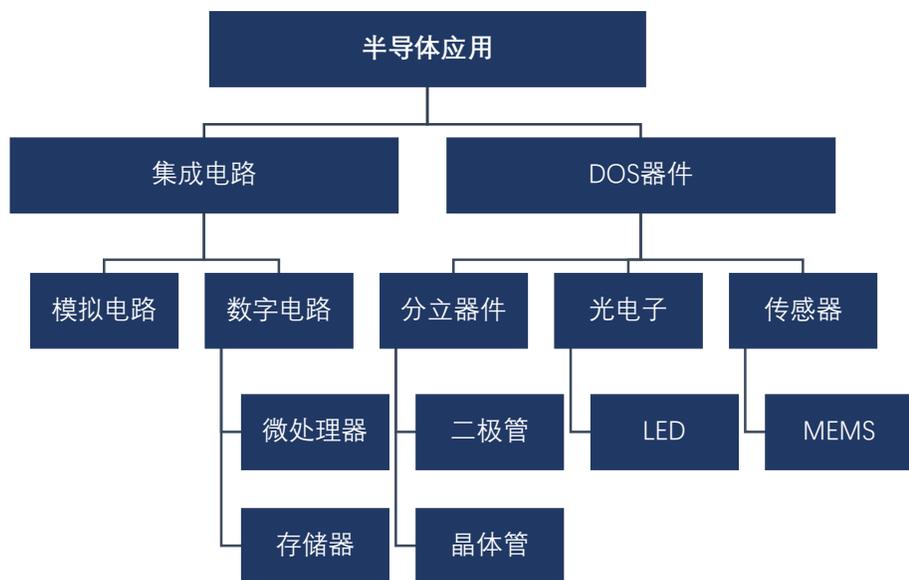


资料来源：华辰资本整理

半导体产业链与应用类别

- 1. 半导体分类：**按照制造技术分为**分立器件、集成电路、光电子、传感器**等。其中集成电路占比达到80%-90%。
- 2. 集成电路分类：**集成电路又分为**模拟电路、逻辑电路、微处理器、和存储器**。
- 3. 应用领域：**半导体下游是通信、计算机、消费电子、汽车电子等具体的应用。其中网络通信、计算机、消费电子和工业控制是最大的市场。

图2 半导体分类与应用领域



资料来源：华辰资本整理

半导体应用分类

- **集成电路：**1) 按照信号处理不同分为：模拟电路、数字电路；2) 按照应用复杂程度与广度分为：专用电路和通用电路。

1. **模拟电路：**处理模拟信号，包括射频芯片、指纹识别芯片、图像芯片、电源管理芯片等，应用于图像，声音，触感，温度，湿度，微波，电信号处理等方面。
2. **数电路：**进行逻辑运算，包括CPU等微元件、存储器、手机基带等逻辑芯片，应用于计算机、电子通信、存储器以及显示等系统领域。
3. **高端通用集成电路：**技术复杂度高、标准统一、通用性强，量大面广。主要包括处理器、存储器，以及FPGA(现场可编程门阵列)、AD/DA(模数/数模转换)等。
4. **专用集成电路：**针对特定系统需求设计的集成电路。每种专用集成电路都属于一类细分市场，例如，通信设备的高频大容量数据交换芯片；汽车辅助驾驶系统芯片、视觉传感和图像处理芯片等。
5. **DOS器件：**分立器件、光电器件和传感器组成的半导体元件(DOS器件)。广泛应用于传感器、光电显示设备、功率器件（含射频器件）。

图3 不同制程下的应用领域



资料来源：华辰资本整理

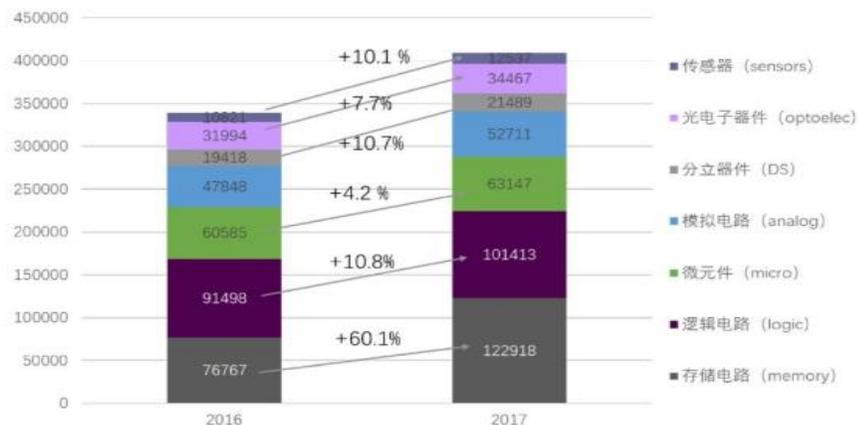
半导体应用制程分类

- 40nm阶段技术成熟，拥有25%的产能：**据ICInsight（2017）统计全球代工厂有超过25%的产能都已经进入到40nm阶段。市场属于头部厂商，部分厂商先进制程应用包括14/16nm的高性能ASIC/ASSP/FPGA。
- 80-200nm有22%的产能：**包括90nm、130nm以及180nm，代工厂全覆盖该阶段制程技术。市场模拟芯片大范围应用。
- 200nm以上仍保持50%以上的产能：**占据主流的仍然是60nm-80nm之间（尤其是65nm）以及200nm至400nm之间（包括250nm以及350nm）。
- 400-500nm依然广泛使用：**在标准模拟、逻辑器件和高压IC等领域依然在应用。

图4 全球半导体分类销售规模 (单位: 亿美元)



图5 2017年全球半导体销售额产品结构规模与增速 (单位: 百万美元)



市场概况一：全球半导体及子类市场份额

- 1. 半导体产业规模：**2017年已突破4000亿美元，2018年预计到4500亿美元。
- 2. 集成电路是主要贡献者：**2017年集成电路达到3400亿美元以上，占到全球半导体市场总值的83.2%。存储器占到全球半导体市场总值的30.1%。
- 3. 其他应用市场：**DOS市场2017年为685.02亿美元，同比增长10.1%，占到全球半导体市场总值的16.8%。主要得益于功率器件、MEMS、射频器件、汽车电子、AI等的推动：传感器125亿美元（年复合增长23%），光电子达到344亿美元（年复合增长10.4%），分立器216亿美元（年复合增长2.8%）。

资料来源: 光大证券、wind、华辰资本整理

图6 全球IC各领域的年均复合增长及预测

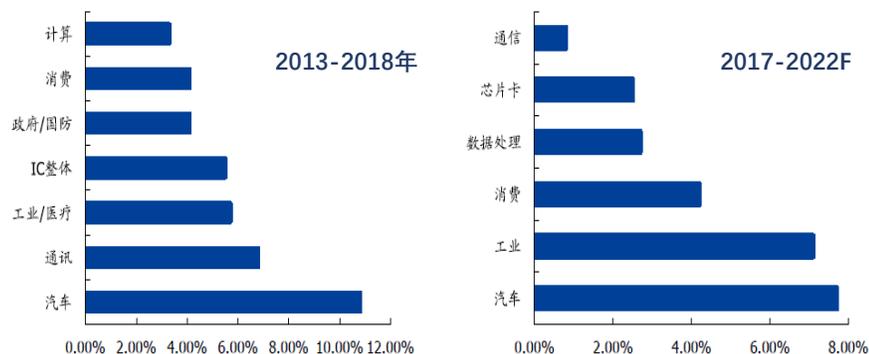
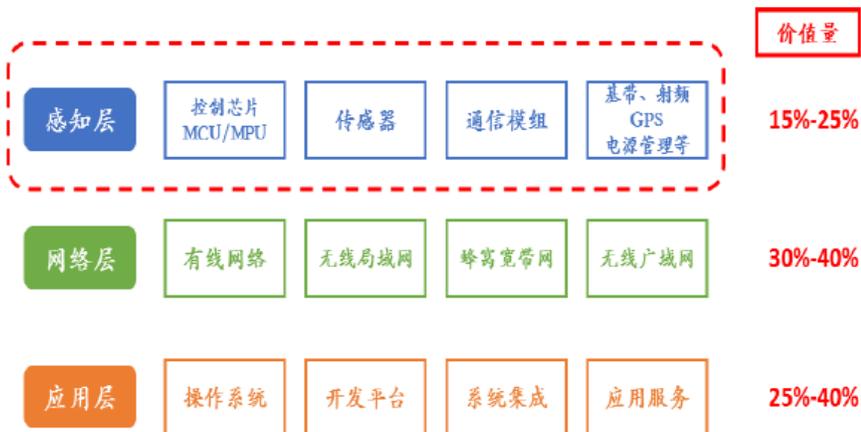


图7 物联网价值量比较



市场概况二：物联网、汽车电子、服务器发展的市场驱动

1. 物联网快速发展将激活海量智能终端：物联网代表的信息感知及处理推动信息产业

进入第三次浪潮。小到智能手机、汽车，大到智能工厂，未来智能终端将深入渗透：2014 年全球联网设备有37.5 亿台，比2013年增加24%，预计到2020年时，物联网安装基数将达到250 亿。

2. 物联网半导体的细分领域：物联网应用半导体的领域集中在感知层，占据整个价值

量的15-25%，整体市场在2020年有望达到**350亿美元**。物联网终端成本主要集中在处理器（MCU/AP）、传感器以及无线通信芯片，总共占比可能达到60%-70%。

MCU、通信芯片和传感器芯片在未来四年内将具有更大的增长弹性。

资料来源：国盛证券、华辰资本整理

图8 服务器出货量预测 (单位: 千台)



表1 特斯拉MODEL3核心模组应用构成 (单位: 美元)

中控模组			
部件	用量	单价	小计
SoC	1	20~30	20~30
存储	1	20~25	20~25
MCU	1	8~12	8~12
串行器	2	3~5	6~10
连接	2	3~5	6~10
模拟&电源	6	3~5	18~30
其他		25~40	25~40
合计			103~157
辅助驾驶			
部件	用量	单价	小计
SoC	2	50~70	100~140
GPU	1	80~100	80~100
DRAM	10	8~10	80~100
NAND	1	8~10	8~10
NOR	1	5~8	5~8
MCU	1	8~12	8~12
开关	4	2~3	8~12
其他		80~120	80~120
合计			369~502
车身控制			
部件	用量	单价	小计
MCU	4	5~7	20~28
开关	10	1~2	10~20
驱动 IC	20	1~1	20~20
功率	20	0.8~1.2	16~24
连接	6	0.5~1	3~6
其他		10~30	10~30
合计			79~128

资料来源: 国盛证券、华辰资本整理

市场概况三：全球半导体应用领域的变化

1. **服务器**：服务器市场增长结合PC企稳，GPU、CPU等计算类芯片以及存储器将受益：

- a. **服务器**：下游需求提升，出货量整体增长，结构上高性能服务器占比提高，进一步加大了对芯片需求的拉动；
- b. **PC出货趋稳**：2017年以来全球PC出货量同比止跌，笔记本市场方面，2017年出货量有所回暖。对CPU、GPU、存储器市场扰动减少。

2. **汽车电子发展**：汽车电子零部件及半导体器件含量提升的核心逻辑在于ECU（电控单元）数量及单体价值齐升，车用半导体市场规模有望长期稳定增长：

- a. **汽车市场结构改变**：各国政策驱动新能源汽车出货占比提升；
- b. **电控单元数量提升**：电气化、智能化、新能源化推动车用芯片及DOS数量提升；
- c. **安全性、可靠性、实时性**：对性能提出更高要求，带动车用ECU单价提升。

表2 中国芯片产业现状与国产化替代（单位：亿人民币）

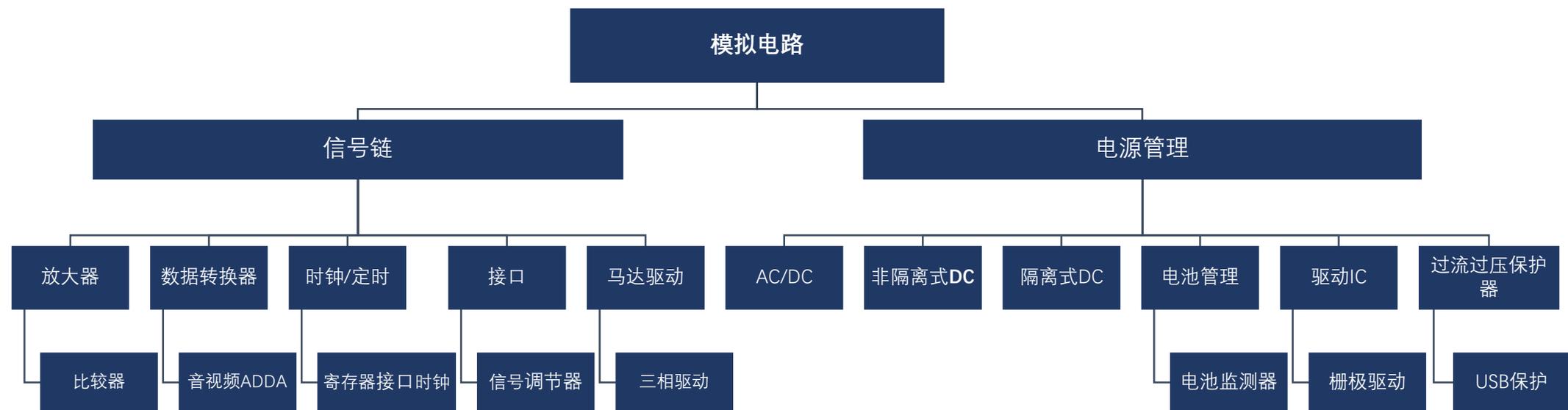
半导体类别	主要应用产品	全球市场空间	国内市场空间	主要厂商	国内涉足厂商	国产化情况
存储器	DRAM	4500	3000	三星、海力士、美光	福建晋华、合肥长鑫	~0
	NAND Flash	3300	2200	三星、海力士、美光、东芝	长江存储	~0
	利基型存储器	600	350	Cyness、旺宏、华邦	兆易创新	10%
逻辑电路	CPU	4500	2700	英特尔、AMD	飞腾、兆芯、龙芯、中科曙光	~0
	GPU	650	300	英伟达、AMD	景嘉微	~0
	SOC（消费级）	600	450	高通、MTK、苹果、三星	海思、展讯、全志科技、瑞芯微	30%
	FPGA	420	200	Xilinx、英特尔、超微半导体	紫光同创、安路信息	~0
	MCU	970	450	意法、瑞萨、微芯	兆易创新、灵动微、中颖电子、北京君正、晟矽微	5%
模拟电路	模拟芯片	3300	2000	TI、ADI	矽力杰、圣邦股份、富满电子	<1%
射频	射频芯片	700	460	博通、avago、skyworks	锐迪科、三安光电、汉天下	~0
传感器	CIS	770	470	索尼、三星	豪威科技、思比科	~15%
	MEMS	1200	500	意法、博世	士兰微、华灿光电、耐威科技、敏芯	~5%
功率半导体	二极管	400	270	英飞凌、NXP、安森美	杨杰科技	~5%
	晶体管（包括IGBT）	800	500		士兰微、华微电子	
	晶闸管和其他	300	200		捷捷微电	

资料来源：国盛证券、华辰资本整理

二、模拟电路



图9 模拟电路分类



资料来源: 国盛证券、华辰资本整理

图10 模拟芯片的分类与应用方向

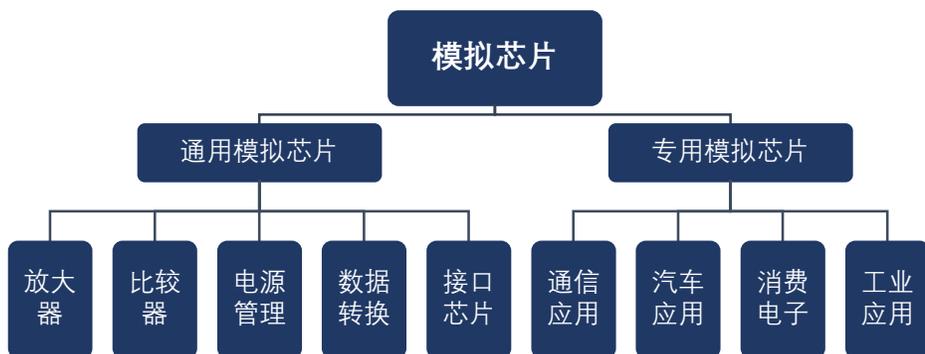
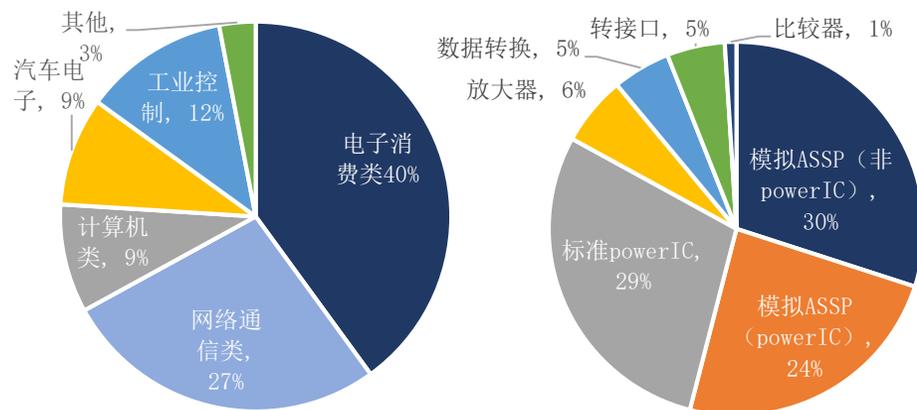


图11 模拟电路应用领域及各产品结构占比 (2017市场结构)



资料来源: 光大证券、华辰资本整理

模拟电路概况一：分类与应用方向

1. 模拟芯片：包括各种放大器、模拟开关、接口电路、无线及射频 IC、数据转换芯片、各类电源管理及驱动芯片。

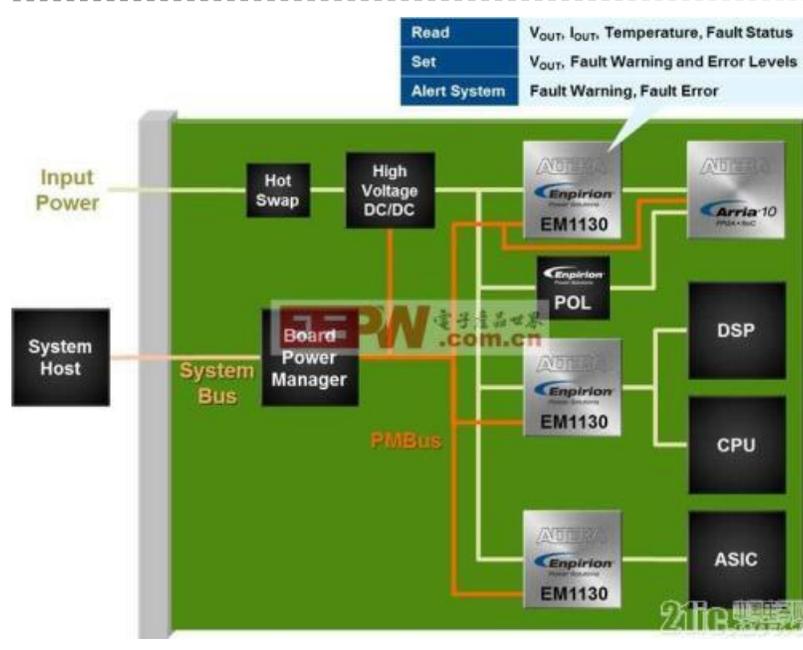
- a. 信号链类模拟芯片：为各类放大器芯片（包括运算放大器、音频放大器和视频驱动器等）、模拟开关及接口电路等。
- b. 电源管理类模拟芯片：LED 驱动电路以及线性稳压器、ADC/DAC 转换器、CPU 电源监测电路、锂电池充电管理芯片、过压保护电路及负载开关等非驱动类电源管理产品。

2. 通用模拟芯片和专用模拟芯片：

- a. 通用模拟芯片：包括放大器、数据转换、比较器、电源管理、数据转换芯片等产品。
- b. 专用模拟芯片：指专门应用于特定领域的芯片。

3. 应用方向：通信、汽车、电脑周边和消费电子领域，其中消费和通信领域占比最大。

图11 模拟集成电路的电源管理模块



资料来源：华辰资本整理

模拟电路概况二：技术要求

1. 产业链中晶元和封装占成本96%。
2. 晶元：基本使用8寸晶元，因出货量大，可以平滑成本。
3. 设计：一般性电路设计下，强调仿真设计：
 - a. 电路设计：依据电路功能完成电路的设计；
 - b. 前仿真：电路功能的仿真，包括功耗，电流，电压，温度，压摆幅，输入输出特性等参数的仿真；
 - c. 版图设计：依据所设计的电路图版图；
 - d. 后仿真：对所画的版图进行仿真，并与前仿真比较；
 - e. 后续处理。
4. 制程：不要求先进工艺，目前0.18um/0.13um使用居多。
5. 封装：封装集合在其他电路和器件上，如SOC,SIP封装。

图12 模拟电路应用方向



资料来源：圣邦股份招股说明书、华辰资本整理

模拟电路概况三：应用方向及发展趋势

- 1. 电源管理芯片：**模拟芯片中份额最大的种类，约占53%。用于调节电力使用情况，以保持设备运行温度较低，延长电池终端系统的电池寿命。
- 2. 信号转换模拟芯片：**通信和消费领域是最大的应用市场，特别是模数转换器、混合信号器件等信号转换器。
- 3. 具体产品：**大型视频广告牌、视频监控系统、LED展示板、医疗设备、交通运输系统，高清电视等，都涵盖了包括**运算放大器、LED 背光驱动、音视频驱动、模数/数模转换器、接口电路**等多种模拟芯片。
- 4. 未来趋势：**高性能需求要求产品具备**更高的精度、更快的速度、稳定清晰的声音、生动绚丽的图像、更长的电池使用时间**等，以放大器、转换器、电源管理、用户界面为代表的模拟芯片技术成为电子产业创新的一个新引擎。

图13 全球及国内模拟芯片规模/增长（单位：亿美元，按照6.7095中间价汇率调整）

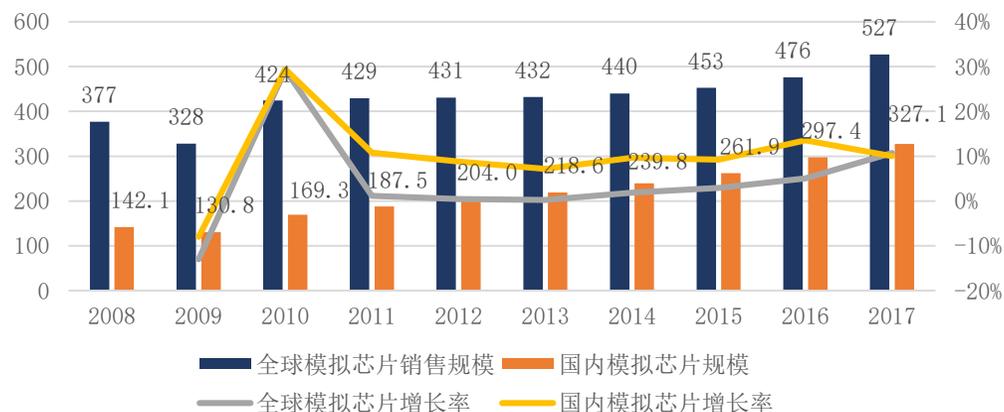


表3 模拟芯片全球格局（单位：百万美元）

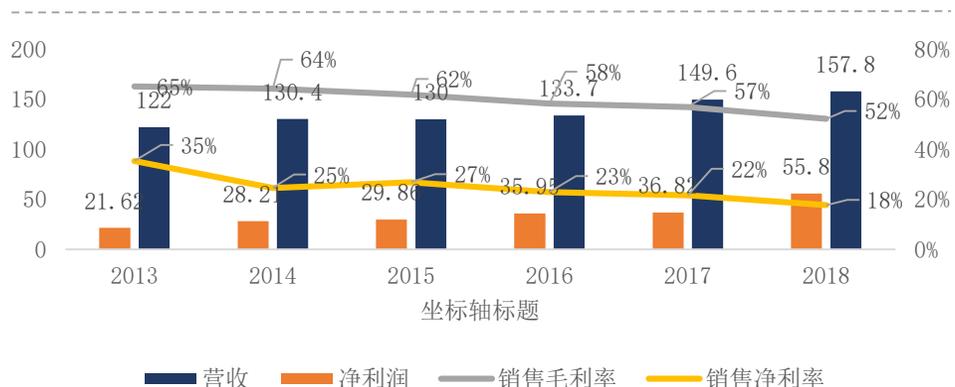
公司排名	公司	2016	2017	增长率	市占率
1	德州仪器 (TI)	8536	9900	16%	18%
2	亚德诺 (ADI)	3790	4310	14%	8%
3	思佳讯 (SWKS)	3205	3710	16%	7%
4	英飞凌 (infineon)	3030	3355	11%	6%
5	意法半导体 (ST)	2519	2930	16%	5%
6	恩智浦 (NXP)	2430	2415	-1%	4%
7	美信 (Maxim)	1900	2025	7%	4%
8	安森美 (ON Semi)	1335	1800	35%	3%
9	芯微半导体	819	940	15%	2%
10	瑞萨电子	810	915	13%	2%

资料来源：中金公司、国盛证券、华辰资本整理

市场规模与竞争格局

- 总体规模巨大：**模拟芯片全球规模达到527亿美元，国内规模达到327亿美元，占据全球份额的62%。国内增长速度高于国际市场。
- 市场特点：**生命周期可长达10年，有“一年数字，十年模拟”的说法。不易受单一产业景气变动影响，市场波动幅度相对较小。
- 细分品类繁多，细分赛道极多：**下游应用的多元化导致细分赛道极多，但基本在国际巨头手中，仅德州仪器一家企业**在售产品就达上万款：**
 - 亚德诺 (ADI)：**数据转换和信号调理技术全球领先；
 - 英飞凌：**功率器件出货量最大；
 - 美信：**模拟和混合信号集成产品上全球领导者；
 - 意法半导体：**传感器与功率芯片、汽车芯片和嵌入式处理解决方案；
 - 德州仪器 (TI)：**全球模拟集成电路市场的领导地位。
- 国产机会：**我国模拟集成电路产品约占**世界产量的60%**，产量仅占**世界份额的10%**左右。整个市场不存在单一企业在所有模拟IC细分市场占优的情况，细分赛道仍存在大量国产突破机会。

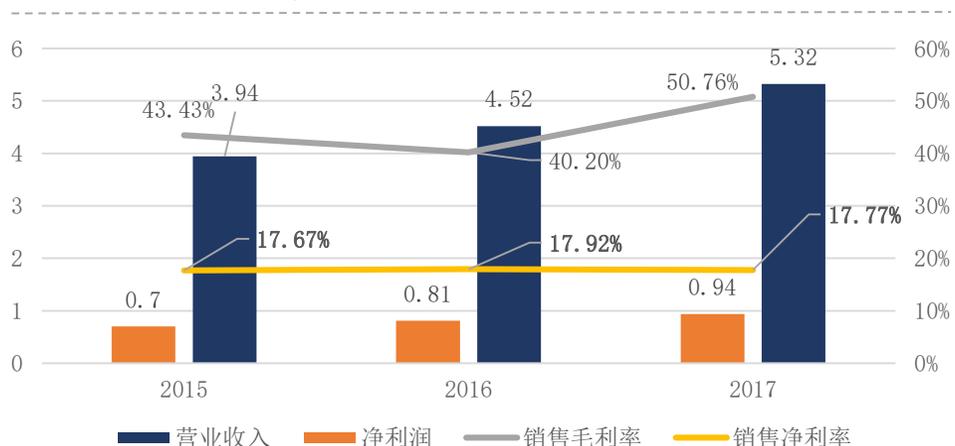
图14 德州仪器财务情况 (单位: 亿美元)



德州仪器：全球模拟集成电路领导型企业

- 经营特点：**主要从事数字信号处理与模拟电路方面的研究制造和销售，包括数字信号处理器、模数/数模转换器、模拟集成电路等不同产品领域都占据领先地位。可提供上万种模拟芯片产品。
- 主要产品：**包括各种放大器、比较器、电源管理、射频芯片、数据转换、接口电路等模拟集成电路产品和 DSP 数字信号处理产品。
- 财务情况：**截止2019/04/12公司市值1095.93亿美元，财务情况如左图。

图15 圣邦股份财务情况 (单位: 亿元)



圣邦股份：国内A股产品线最全面的模拟芯片设计公司

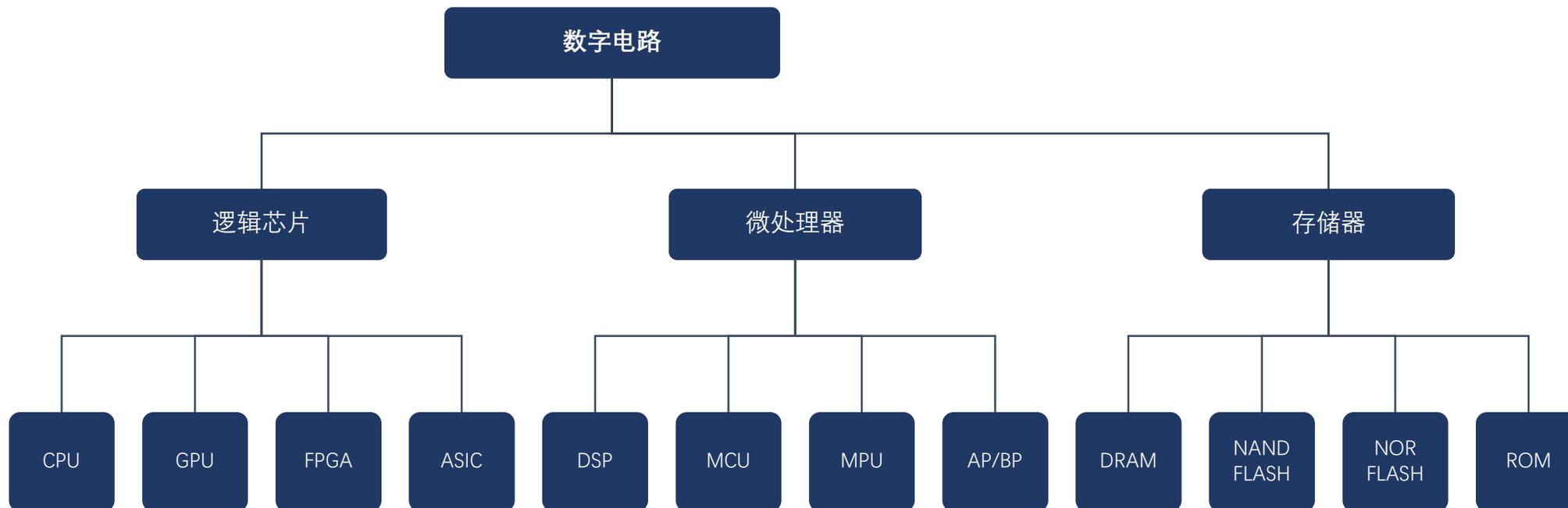
- 经营特点：**公司以“多样性、齐套性、细分化”为发展战略目标，在信号链和电源管理领域自主研发的可供销售产品超过1000款，横向涵盖十多个产品类别。
- 主要产品：**LED闪光灯驱动、锂电池电能管理、超微功耗电源管理、过压保护、接口管理、负载管理等产品方向。
- 经营规模：**规模2016年圣邦股份共销售信号链产品约4.13亿颗，电源管理产品约10.95亿颗，总计超过15亿颗，规模优势明显。
- 财务情况：**截止2019/04/12公司市值67.5亿元，财务情况如左图。

资料来源：东方财富网、华辰资本整理

三、数字电路

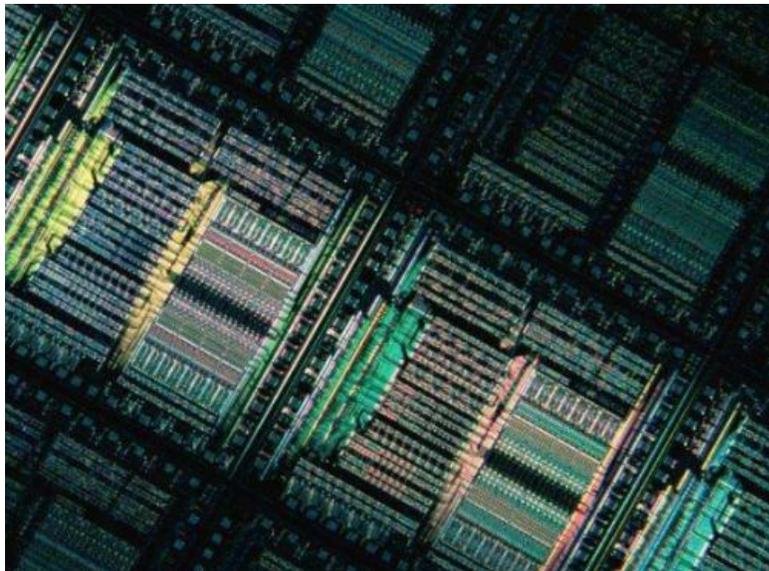


图16 数字电路类别



资料来源: 华辰资本整理

图17 数字集成电路示意图

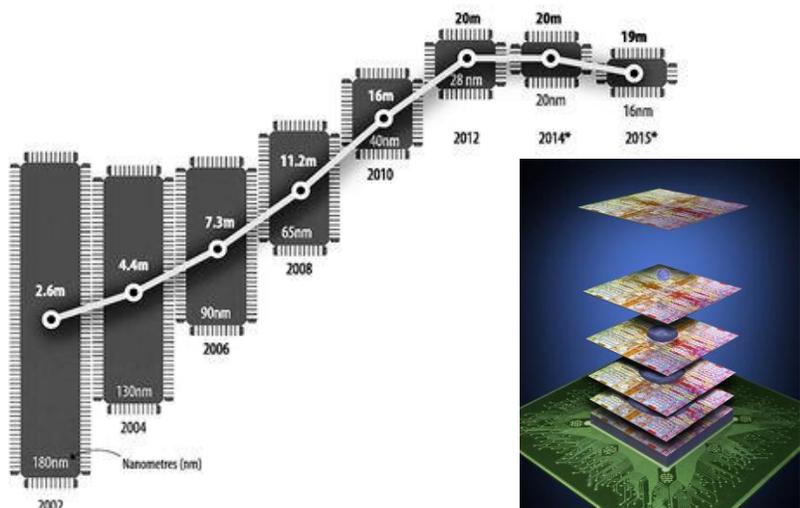


资料来源：华辰资本整理

数字电路概况一：分类

- 1. 数字集成电路：**又称为逻辑电路，进行逻辑运算，按照摩尔定律发展，使用最先进的制程工艺，现阶段是16/14nm。
- 2. 应用领域包括：**包括计算机、电子通信、存储器以及显示等系统领域。
- 3. 根据用途分类：**包括微处理器通用型的集成电路（中小规模集成电路）产品，微处理（如MCU、MPU）产品和中大规模的集成电路产品（如CPU、GPU。存储器）等以及特定用途的集成电路产品（如ASIC）等。

图18 先进制程的发展



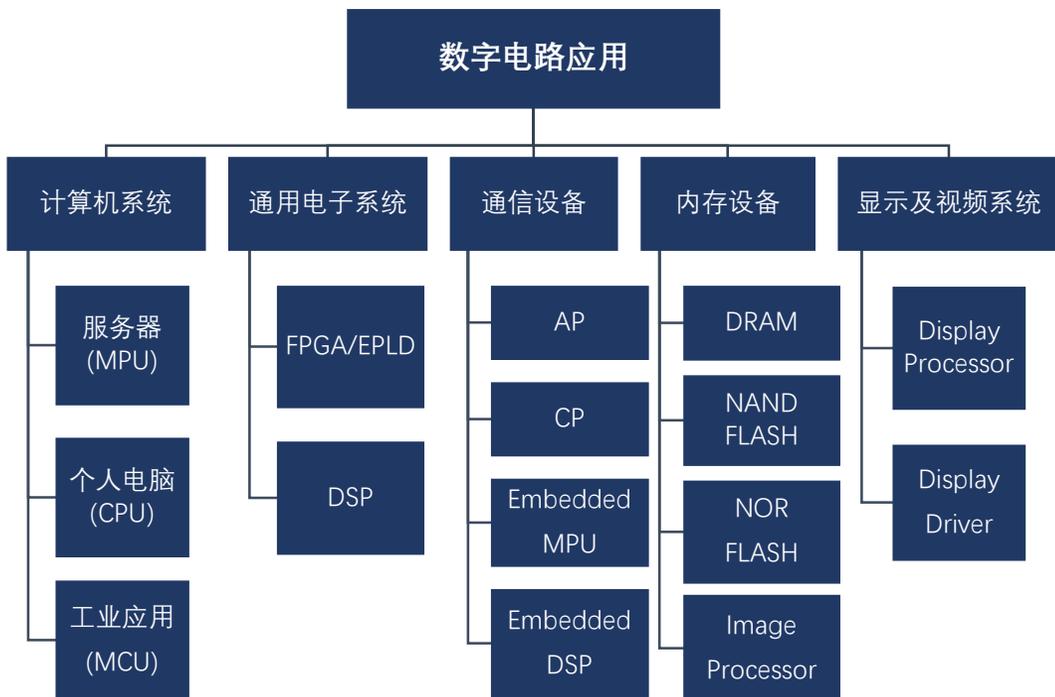
资料来源：华辰资本整理

数字电路概况二：技术要求

■ 产业链主要包括设计、制造、封装与测试。成本集中在设计和制程阶段。

1. **晶元**：使用12寸晶圆片，更大程度摊薄芯片成本。
2. **设计**：包含电路设计、算法和硬件架构的设计，更加综合的考注重虑功能、性能、尺寸以及工艺等，特别是尺寸与工艺。
3. **制程**：使用先进制程工艺（从7nm-90nm制程），最先进制程是16/14nm，成熟工艺为28nm，最新先进工艺为7nm。
4. **封装**：基于更小的尺寸应用，使用先进封装，包括倒装、晶圆封装。

图19 数字电路应用类别



资料来源：华辰资本整理

数字电路概况三：应用

- 数字集成电路：**数字电路是一种离散信号的传递和处理，以二进制为原理、实现数字信号逻辑运算和操作的电路。
- 应用领域包括：**包括计算机、电子通信、存储器以及显示等系统领域。
- 主要应用产品：**
 - 计算机领域**包括服务器端应用的MPU、个人电脑上应用的CPU、工业领域应用的MCU等微元件；
 - 通用电子及通信端应用的**FPGA、DSP、AP、CP、Embedded MPU等；
 - 内存应用：**闪存（FLASH）、只读存储器（ROM）、动态随机读取存储器（DRAM）等；
 - 显示应用：**显示处理器、显示驱动处理器等。

图20 CPU和GPU内部比较



表4 四种微处理的性能比较

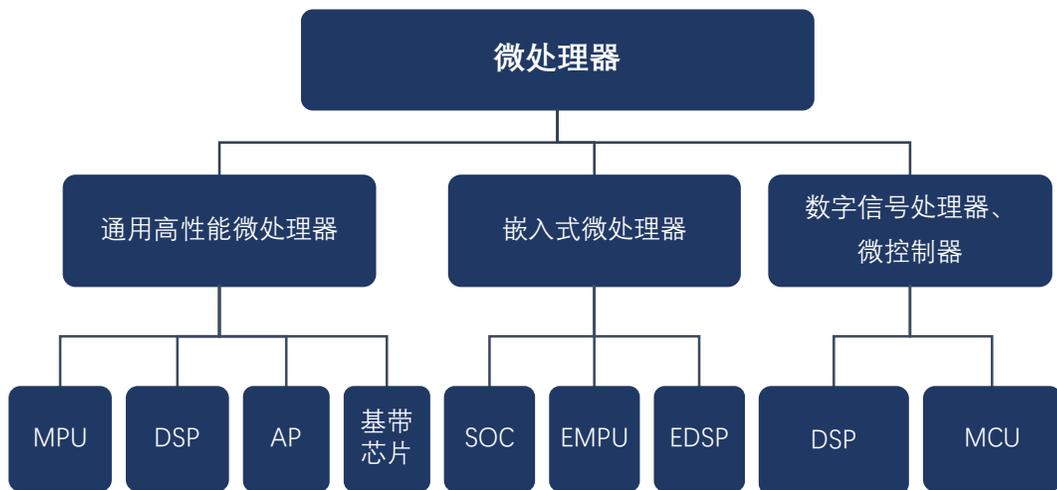
体系结构	吞吐量 (PPS)	延迟	功耗	灵活度
CPU	~200M	~10us	~100W	很高
GPU	~200M	~1ms	~300w	高
FPGA	~200M	~1us	~30W	高
ASIC	~1G	~1us	~100W	低

逻辑电路：高性能芯片应用

- 1. CPU（中央处理器）：**功能最全的处理芯片，包括控制器、组合逻辑电路基本逻辑单元（ALU）、DRAM即动态随机存取存储器，高速缓冲存储器（Cache）存储器。优点在于调度、管理、协调能力强，计算能力则位于其次。
- 2. GPU（视觉处理器）：**应用在个人电脑、工作站、游戏机、移动设备(如平板电脑、智能手机等)等芯片内部，**专门用作图像运算工作的微处理器。更适合执行复杂的数学和几何计算，尤其是并行运算。**
- 3. FPGA（现场可编程门阵列）：**可根据自身需求进行重复编程的“万能芯片”。具备效率高、功耗低的特点，但电路上会有大量冗余，**成本较ASIC高**。常年来被用作专用芯片（ASIC）的小批量替代品，近年来在微软、百度等公司的**数据中心大规模部署**，以同时提供强大的计算能力和足够的灵活性。
- 4. ASIC（专用集成电路）：**特定领域转向开发应用的芯片，如TPU、NPU、VPU、BPU等本质上都属于ASIC。ASIC性能、面积、功耗等各方面都优于GPU和FPGA，**未来云端和终端的应用芯片**。ASIC存在开发周期较长、需要底层硬件编程、灵活性较低等劣势，因此发展速度不及GPU和FPGA。

资料来源：百度百科、电子工程世界、华辰资本整理

图21 半导体产业链及下游应用



资料来源：华辰资本整理

微处理器概况一：类别

- 1. 微处理器含义：** CPU可以集成在一个半导体芯片上，这种具有中央处理器功能的大规模集成电路器件，被统称为“微处理器”。
- 2. 主要类别：** 微处理器大致可以分为三类：
 - a. 通用高性能微处理器：** 通用处理器追求高性能，它们用于运行通用软件，配备完备、复杂的操作系统。如MPU、AP等；
 - b. 嵌入式微处理器：** 强调处理特定应用问题的高性能，主要用于运行面向特定领域的专用程序，配备轻量级操作系统，如消费级SOC，EMPU和EDSP等，应用在如蜂窝电话、CD播放机等消费类家电；
 - c. 数字信号处理器、微控制器：** 微控制器价位相对较低，在微处理器市场上需求量最大，主要用于汽车、空调、自动机械等领域的自控设备。

图22 英特尔酷睿i9处理器和高通骁龙AP

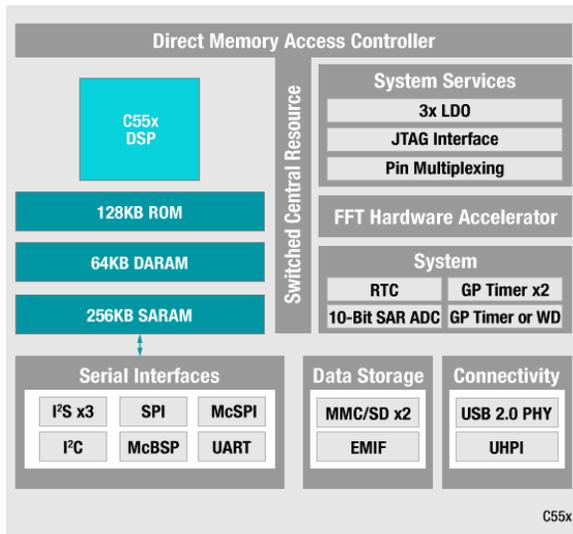


资料来源：公开信息、华辰资本整理

微处理器概况二：技术要求

- 1. 微处理器特点：**微处理器由一片或少数几片大规模集成电路组成的中央处理器，执行控制部件和算术逻辑部件的功能。能完成取指令、执行指令，以及与外界存储器和逻辑部件交换信息等操作，是微型计算机的运算控制部分。**它可与存储器和外围电路芯片组成微型计算机。**
- 2. 技术特点：使用先进制程，最新制程7nm。使用先进封装。如：**第九代智能英特尔® 酷睿™ i9 处理器（制程14nm）；高通骁龙845移动芯片（制程10nm）。

图23 德州仪器C55X DSP



资料来源：华辰资本整理

微处理器应用一：DSP（数字信号处理）

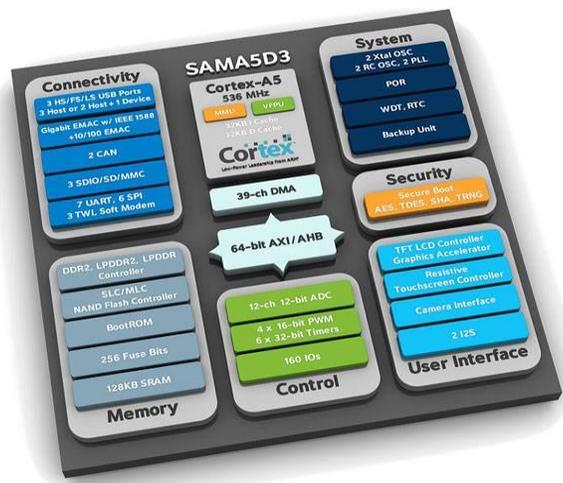
1. CPU（中央处理器）发展出来三个分支：

- a. **DSP**（Digital Signal Processing/Processor，数字信号处理）；
- b. **MCU**（Micro Control Unit，微控制器单元）；
- c. **MPU**（Micro Processor Unit，微处理器单元）；

2. **DSP**：运算能力强，擅长很多的重复数据运算，在嵌入式系统中广泛应用，具有很高的编译效率和指令的执行速度。在数字滤波、FFT、谱分析等各种仪器上DSP获得了大规模的应用。

3. **应用方向**：广泛应用于各种带有智能逻辑的消费类产品、生物信息识别终端、带有加解密算法的键盘、ADSL接入、实时语音压解系统和虚拟现实显示等具有运算量大的领域。

图24 芯片级计算机模型

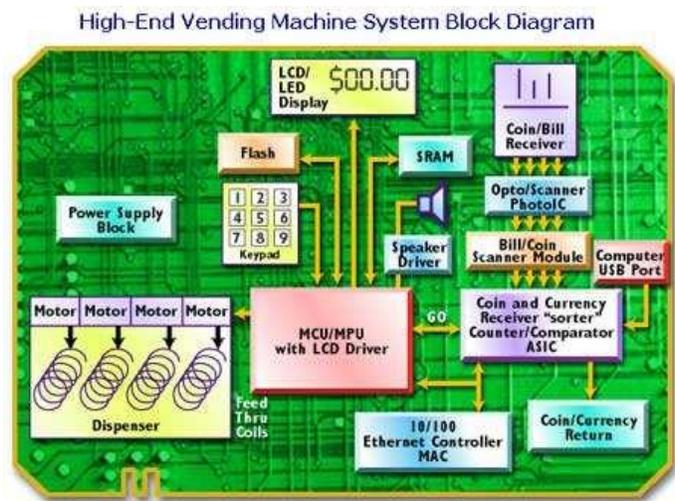


资料来源: CSDN博客、华辰资本整理

微处理器应用二：MCU（微控制单元）

- 1. MCU：**称单片微型计算机，简称“**单片机**”，将计算机的CPU、RAM、ROM、定时计数器和多种I/O接口集成在一片芯片上，形成芯片级的计算机。MCU则擅长处理不同来源的数据及运算，速度远不及DSP。
- 2. 应用范围：**广泛应用于消费级终端、汽车、工业领域，8位为市场主流：
 - a. 4位MCU：**大部份应用在计算器、车用仪表、车用防盗装置、呼叫器、无线电话、CD播放器、LCD驱动控制器、LCD游戏机、儿童玩具、磅秤、充电器、胎压计、温湿度计、遥控器及傻瓜相机等；
 - b. 8位MCU：**大部份应用在电表、马达控制器、电动玩具机、变频式冷气机、呼叫器、传真机、来电辨识器（Caller ID）、电话录音机、CRT显示器、键盘及USB等；
 - c. 16位MCU：**大部份应用在行动电话、数字相机及摄录放影机等；
 - d. 32位MCU：**大部份应用在Modem、GPS、PDA、HPC、STB、Hub、Bridge、Router、工作站、ISDN电话、激光打印机与彩色传真机；
 - e. 64位MCU：**应用在高阶工作站、多媒体互动系统、高级电视游乐器及高级终端机。

图25 镶嵌了MCU和MPU驱动集成电路

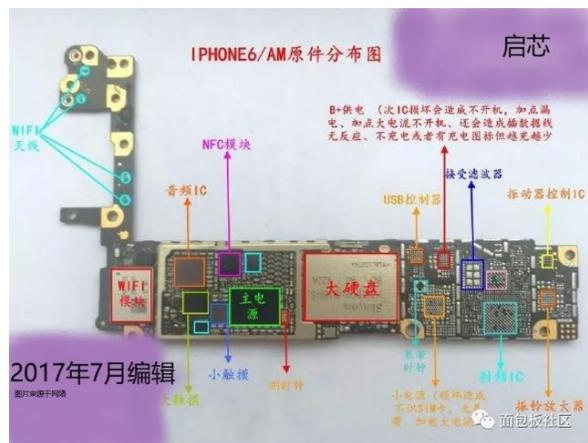


资料来源：百度百科、电子工程世界、华辰资本整理

微处理器应用三：MPU（微处理器单元）

1. **MPU**：在计算机中起到转接桥的作用，转接数据。CPU的指令调用、数据传输、各个设备的工作状态都需要MPU转接控制才能完成，可以看成是把很多CPU集成在一起并行处理数据的芯片，性能更高，价格更昂贵。
2. **MPU是PC、服务型 and 大型架构的“大脑”**：被应用到类似网络配件、电脑周边设备，医疗和工业设备，汽车，电视，机顶盒，视频游戏主机，可穿戴设备和物联网设备等系统中。
3. **SOC集成方式**：以SOC形式集成，被包含到拥有CPU和视频、音频、图像和AI等功能模块的60bit多核SoC中，拥有高集成度。
4. **应用市场规模**：2018年销售的MPU中，52%的增长来自于应用在普通PC、**服务器和大型电**脑中的**CPU**，只有16%的MPU增长来自于嵌入式应用。其他都是来自于应用在平板（4%）和手机（28%）的移动应用处理器。

图26 手机内部结构与芯片分布



资料来源: 百度百科、启芯公众号、华辰资本整理

微处理器应用四：AP/BP（应用处理器/基带）

1. AP (Application Processor, 应用处理器)：移动终端上，操作系统、用户界面和应用程序都在 AP 上执行，AP一般采用ARM芯片的CPU。
2. BP (Baseband Processor, 基带芯片)：可分为五个子块：**CPU处理器、信道编码器、数字信号处理器、调制解调器和接口模块**。基带芯片主要处理音频信号和基带码的转换，同时也负责地址信息（手机号、网站地址）、文字信息（短讯文字、网站文字）、图片信息的编译。基带芯片是手机等移动终端的核心。BP运行在AP之外的一个CPU中，使用BP主要在于保持射频信号处理的独立性，保持因手机操作系统和应用软件变化不影响正确的执行功能（通讯功能）。操作系统和驱动的bug也不会导致设备发送灾难性的数据到移动网络中。

图27 全球及国内MCU应用领域的比重（左图：全球；右图：国内）

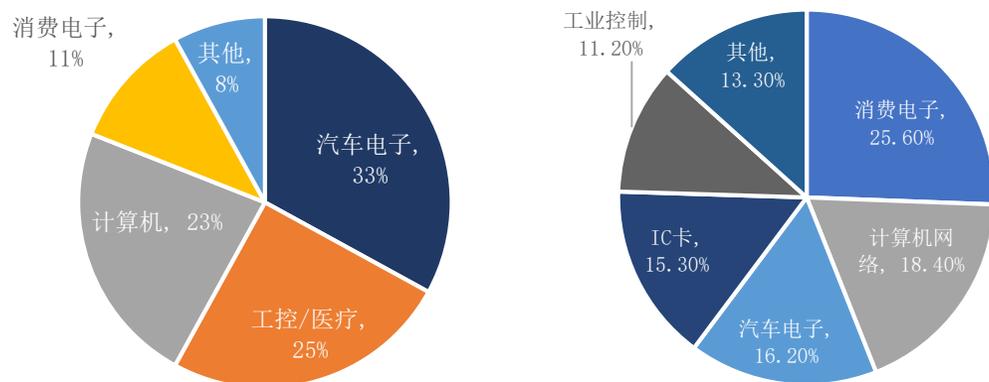


表5 全球MCU排名（单位：亿美元）

企业名	MCU产品	MCU内核	营收	市占率	应用领域
NXP	8、16、32位	英特尔8051、ARM等	29	19%	智能卡、汽车电子
Renesas	32位	ARM、自主研发RL78	24	16%	汽车电子、通信设备
Microchip	8、32位	ARM、MIPS等	20	14%	汽车电子、工控
三星	4、8、32位	ARM、RISC-V架构等	18	12%	消费电子
ST	32位	ARM Cortex-M	15	10%	电机控制、物联网
英飞凌	8、16、32位	ARM、英特尔8051	11	7%	汽车电子、工控
TI	8、32位	ARM等	8	6%	汽车电子、工控

资料来源：基业常青经济研究院、新时达证券、华辰资本整理

MCU市场规模和竞争格局

- 市场特点：**广泛应用于消费电子、汽车电子、计算机与网络、工业控制等领域，伴随物联网的逐步落地和汽车电子的发展，MCU的市场需求增长显著。
- 市场规模：**MCU的出货量将持续上升，2018年全球MCU的出货量将**增长18%达306亿颗**，五年内全球MCU销售额年复合增速将达到7.2%，**至2020年将突破200亿美元**。国内MCU市场2016年已达360亿元，未来年复合增速将达到11.7%，**至2020年市场将超过500亿元**。
- 竞争格局：**恩智浦（MCU龙头）、瑞萨等全球前八大MCU厂商市场份额达到**88%**，头部集中效应明显。国内以MCU为主业的上市公司仅有中颖电子和兆易创新，营收规模都不超过4亿元，与国外巨头差距明显。
- 国产化：**国内目前在4、8位中低端MCU领域应用在消费电子、智能仪表等中低端产品。兆易创新等国内MCU厂商积极布局32位中高端芯片市场。工业控制、汽车电子、物联网都被国外的MCU厂商垄断，国内公司通过努力可争取的空间还很巨大。

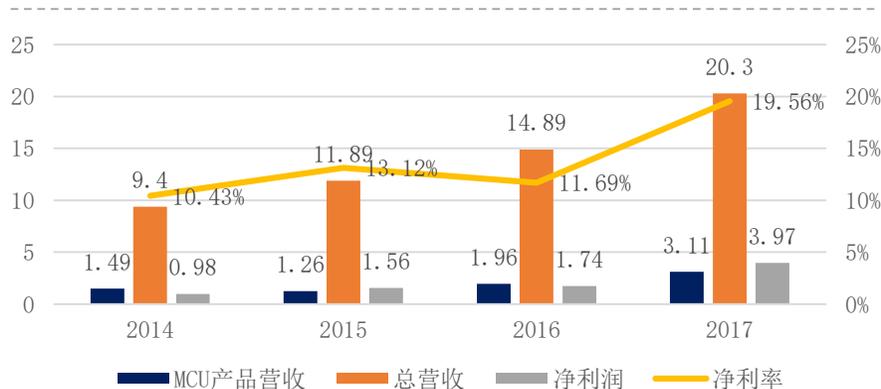
图28 恩智浦财务情况（单位：亿美元）



恩智浦：全球MCU龙头

- 经营特点：**以射频、模拟、电源管理、接口、安全和数字处理方面的专长，提供高性能混合信号和标准产品解决方案。广泛应用于汽车、智能识别、无线基础设施、照明、工业、移动、消费和计算等领域。
- 主要产品：**32位的显示领域产品、以太网、USB和CAN、数字电源转换应用、通用嵌入式MCU、32位汽车架构微控制内核、汽车以及工业微控制内核。
- 财务情况：**截止2019/04/12公司市值330亿美元，财务情况如左图。

图29 兆易创新财务情况（单位：亿元）



兆易创新：国内A股MCU追赶者

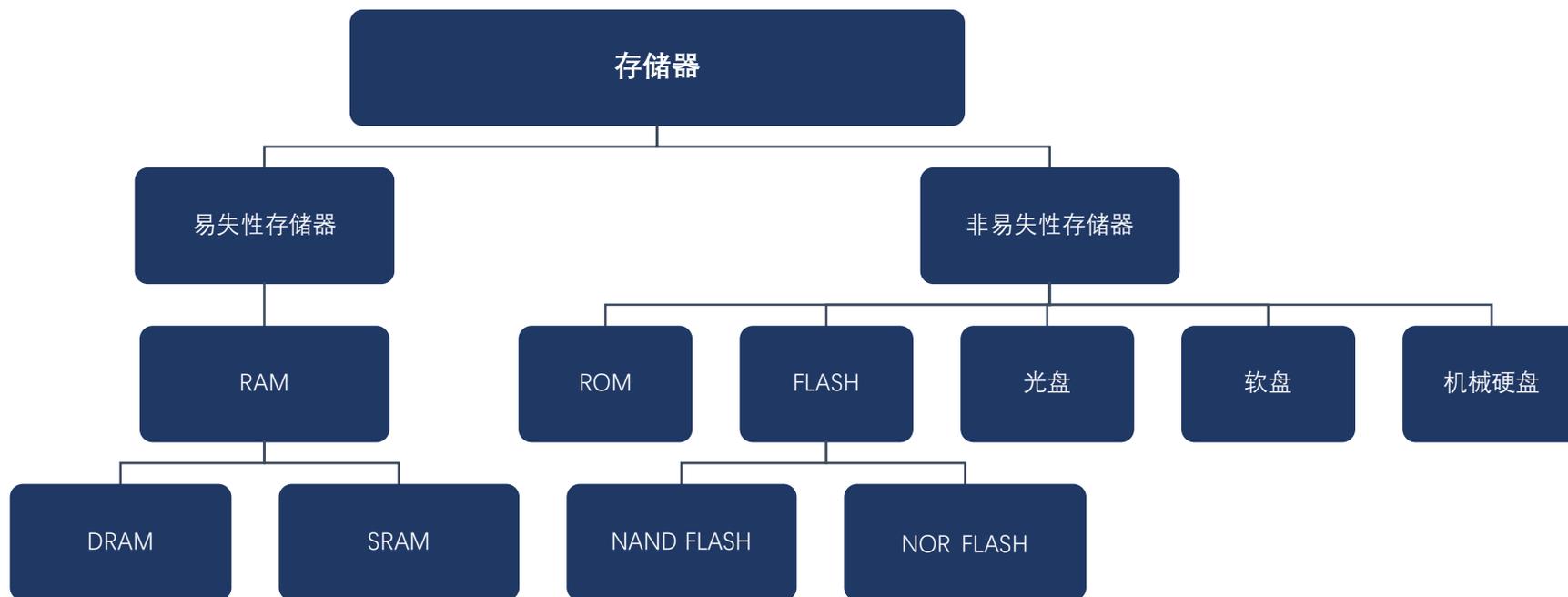
- 经营特点：**各类存储器、控制器及周边产品的设计研发，产品包括NOR Flash、NAND Flash 及MCU，产于2013年推出国内第一款基于ARM构架的32位通用MCU，目前已成为国内最大的32位MCU供应商。
- 主要产品：**目前已经形成了近20个系列、300多款芯片的产品矩阵，以ARM Cortex-M4系列为代表的新产品跻身高端市场。
- 财务情况：**截止2019/04/12公司市值291亿元，财务情况如左图。

资料来源：东方财富网、公司官网、华辰资本整理

四、存储电路



图30 存储器分类与下游应用



资料来源: CSDN博客、华辰资本整理

图31 内存外存示意图及内存条产品示意图

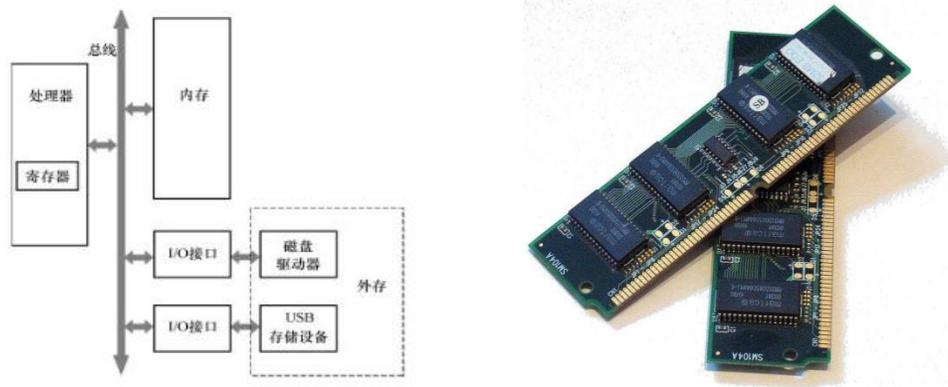


表6 存储器的特征比较

存储器	功能	掉电后	特性说明
动态随机存取存储器 (DRAM)	读、写	数据丢失	高密度、低成本、高速度、高功耗
静态随机存取存储器 (SDRAM)	读、写	数据丢失	速度最快、高功耗、低密度、成本高 (低密度缘故)
只读存储器 (ROM)	读、写	数据不丢失	成熟的技术、高密度、高可靠性、低成本; 写入速度慢, 适用于固定代码储存的批量产品
闪存 (Flash Memory)	读、写	数据不丢失	低成本、高密度、速度快、低功耗、高可靠性

存储器概况一：分类

- 存储器功能：**存储程序和各種数据，并能在计算机运行过程中高速、自动地完成程序或数据的存取。
- 存储器适用区域分类：**按照相对于CPU的位置，分为寄存器、内存、外存。寄存器（Ma，触发器）是在CPU之内的存储器，内存和外存都是CPU之外的存储器。CPU直接访问的存储器是内存，外存必须通过接口与CPU通信。

3. 存储器易失性分类：分为易失性和非易失性：

- 易失性存储器：**主要应用为DRAM，如常见的内存条；
- 非易失性存储器：**包括ROM（可编程存储器），FLASH(闪存)，以及常见的软盘、硬盘和光盘等。特点是存储容量大，断电后依然可保存数据等特点。
- FLASH（闪存）：**分为Nor flash和Nand flash，存储容量大，读取（相对于机械硬盘）速度快。

图32 DRAM和NAND的技术迭代趋势



资料来源: 华辰资本整理

存储器概况二：技术要求

1. 设计：没有特定的控制与运算，设计难度低。要求密集度高，依赖于制程工艺。
2. 制程：存储器制成迭代趋势：
 - a. DRAM 技术节点（迭代点）：20nm(2014-2016)、1x(19-16)nm (2016-2018)、**1y (16-14)nm(2018-2020)**、1z (12-14)nm(2020-2022)；
 - b. DRAM的制程工艺在进入20nm以下后速度明显放缓；
 - c. 三星DRAM目前仍处于绝对领先地位：主力制程18nm良率已经超过85%，17年12月份，三星宣布正式量产第二代10nm级别1Y nm 8Gb DDR4芯片。
 - d. 3D NAND 技术节点（闪存层）：2D、3D G1(32P) (2014-2015)、3D G2(48P) (2015-2016)、**3D G3(64P) (2016-2018)**、3D G4(96P) (2018-2020)、3D G5(128P) (2020-2022)。NAND由于处2D向3D迁移过程中。
3. 封装：3D封装。

图33 半导体存储器的下游终端应用

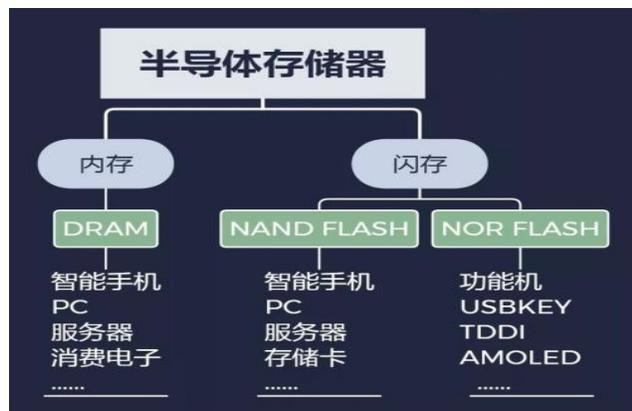


表7 存储器的特征比较

特性	NOR FLASH	NAND FLASH
同容量存储器成本	较贵	较便宜
集成度	较低	较高
介质类型	随机存储	连续存储
读取速度	较高	较低
写入速度	较低	较高
读写单元	字节	块

存储器概况三：应用方向

1. 主要应用品种：DRAM 存储器、Flash 闪存芯片。

- a. **DRAM**: 不适合做容量大的内存，一般是用在处理器的缓存里面；主要应用于智能手机、PC、服务器和消费电子领域。
- b. **FLASH**: 分为**NAND FLASH**和**NOR FLASH**。读取速度不及DRAM，成本低。
- c. **NOR Flash**: 比NAND成本高，且写入速度慢，主要**占据小容量市场**，如功能手机、DVD、TV、USB Key、机顶盒、物联网设备等小容量代码闪存领域，其占据容量为0~16MB Flash市场的大部分份额。
- d. **NAND Flash** : 成本较NOR 低，写入与读取速度快，**主要用在大容量存储领域**，如嵌入式系统（非PC 系统）的DOC（芯片磁盘）和常用的闪盘，如手机、平板电脑、U 盘、固态硬盘等。

2. 未来发展：5G支持下的支持下的 AI 、物联网、智能驾驶大幅催生内存性能与存储需求。

资料来源：新时代证券、华辰资本整理

图34 全球存储器市场预计增长 (单位: 亿美元)

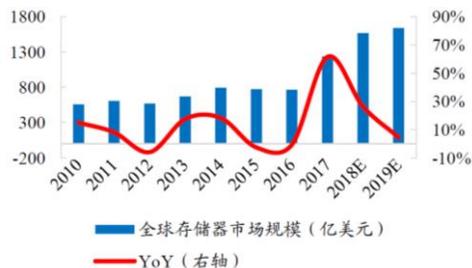


图35 2017年全球存储器市场拆分

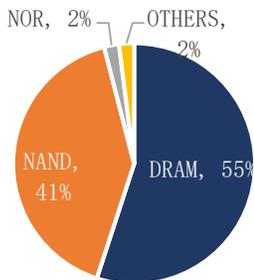


图36 全球存储器市场竞争格局



市场规模与竞争格局

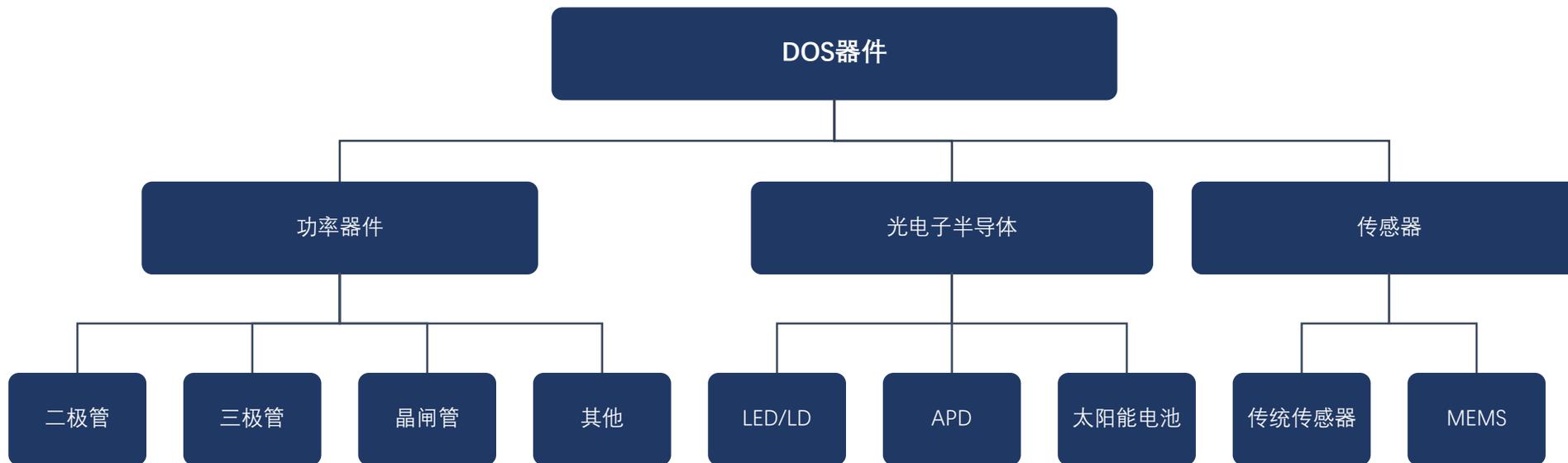
- 市场规模:** 2017年销售额为1229.18亿美元, 同比增长60.1%, 占到全球半导体市场总值的30.1%, 其中DRAM销售总值达720亿美元, 同比增长74%; NAND Flash销售总额达498亿美元。NORFlash为43亿美元。
- 垄断竞争格局: 存储器行业的资金和技术门槛高,** 目前呈垄断竞争格局。
 - DRAM领域:** 三星、SK海力士和美光三足鼎立, **CR3 超95%**;
 - NAND领域:** 除了DRAM三巨头外还有东芝和西部数据, **CR5 达97%**;
 - NOR领域:** 美光、Cypress、旺宏、华邦电和兆易创新垄断, **CR5 超90%**。
- 国产化方面:** 目前来看, 除了NOR Flash有国内厂商身影, 其他领域大陆企业均缺席, 与国外的技术, 规模等差距较大, 自主产品亟待突破。

资料来源: 中金公司、国盛证券、光大证券、华辰资本整理

五、DOS器件

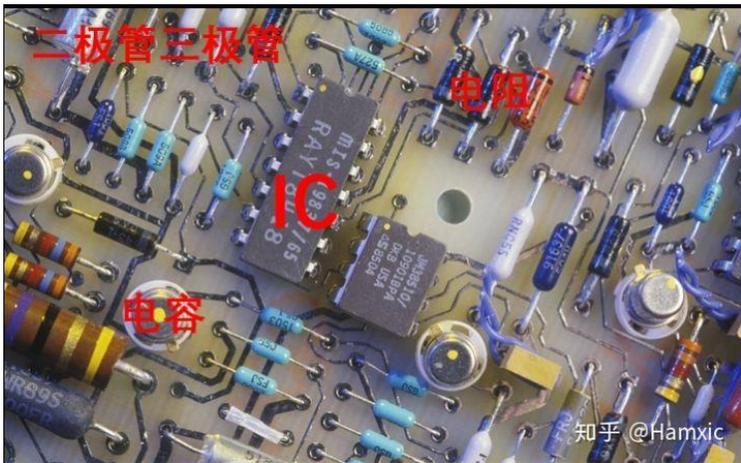


图37 DOS器件分类



资料来源: 华辰资本整理

图38 分立器件示意图

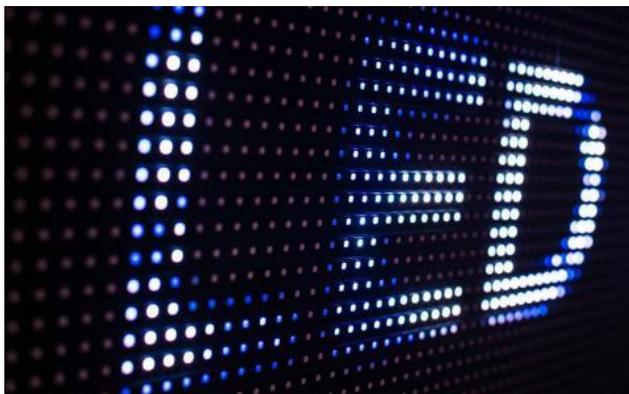


资料来源：东方证券、华辰资本整理

DOS器件一：功率器件

1. **功率器件（又称为功率半导体）**：如二极管、三极管、晶闸管以及其他分立器件，包括电阻、电容器等。
2. **技术要求**：普遍使用4寸、6寸和8寸晶圆代工线，跟随制程发展和成熟度，生产工艺制程从早期的10微米制程迭代至0.15-0.35微米制程。晶体管器件独立使用，不要求先进封装。
3. **应用方向**：汽车是最主要的应用，占比达到40%，工业与消费电子分别占27%与13%。
4. **未来发展**:
 - a. **金属氧化物半导体场效应晶体管（MOSFET）**：目前主流的功率器件，以高速、低开关损耗、低驱动损耗在各种功率间转换，**用于放大电路或开关电路。**
 - b. **绝缘栅双极晶体管（IGBT）**：第三代功率器件的代表性产品，被广泛应用于轨道交通、航空航天、船舶驱动、智能电网、新能源、交流变频等需要强电控制的产业领域，未来功率器件有望沿IGBT技术方向进一步发展。
5. **市场情况**：2017年全球市场规模215亿美元，中国占据一半，其中MOSFET、二极管及整流桥、IGBT三者占功率半导体八成。

图39 LED展示

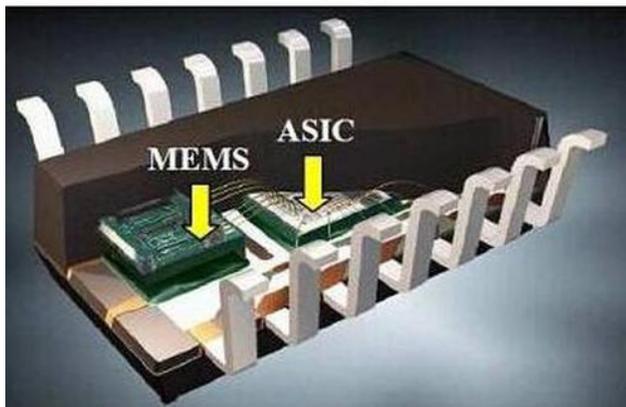


资料来源：百度百科、华辰资本整理

DOS器件二：光电子器件

- 1. 基本原理：**利用半导体光-电子（或电-光子）转换效应制成的各种功能器件。
- 2. 工艺要求：**光电子半导体属于化合物半导体范畴，工艺要求上主要依靠**衬底等基础原材料**，如碳化硅（SiC）、氮化镓等。对于制程和设计领域的技术要求不会太苛刻。
- 3. 主要应用：**
 - a. 发光二极管（LED）和激光二极管（LD）：**将电能转换成光辐射的电致发光器件。广泛用于大容量、长距离的光纤通信系统以及光电集成电路。当前普遍应用于LED领域，芯片主要有砷化镓（红黄光）、氮化镓（蓝绿光）和氮化镓（PSS）等。同时应用于**LCD、OLED、Micro LED显示技术**，广泛应用于手机等终端上；
 - b. 光电探测器或光电接收器：**通过电子过程探测光信号的器件，如PIN光电二极管和雪崩光电二极管（APD）等，现代广泛用于**光纤通信系统，激光探测器**等；
 - c. 太阳能电池：**将光辐射能转换成电能的器件。把阳光以高效率直接转换成电能，以低运行成本提供永久性的电力，并且没有污染，为最清洁的能源。根据其结构不同，其效率可达5%~20%；
 - d. 砷化镓半导体零组件：**广泛应用于移动设备的**射频模组**，包括射频功率放大器（HBT工艺）和射频开关器（pHEMT）；
 - e. GaN和SiC功率器件：**将是未来HEV/EV动力系统所依赖的基础，特别是碳化硅技术在在汽车领域的应用备受国内外汽车厂商的关注，未来碳化硅功率器件会成为**汽车领域**的主要应用。

图40 MEMS内部封装结构



资料来源：民生证券、华辰资本整理

DOS器件三：传感器

- 1. 主要类别：**常将传感器的功能与人类5大感觉器官相比拟：光敏传感器—视觉、声敏传感器—听觉、气敏传感器—嗅觉、化学传感器—味觉、压敏、温敏、流体传感器—触觉。
- 2. 应用发展：**指纹识别、语音识别、人脸识别、虹膜识别等生物识别传感技术得到广泛应用，特别是手机等设备应用量大。同时自动驾驶带来的**摄像头和毫米波雷达、红外线**等应用上升。物联网时代来临，**MEMS是传感器的主流技术**，将迎来传感器与芯片融合的革新。
- 3. MEMS传感器：**（Microelectromechanical Systems，微机电系统）是将微电子技术与精密机械技术结合传感器发展出来的工程技术，尺寸在**1微米到100微米量级**，具有微型化、重量低、功耗低、成本低、多功能等竞争优势，可通过微纳加工工艺进行批量制造、封装、测试。
- 4. 工艺要求：**代工制造以**6英寸和8英寸晶圆**产线为主，封装约占30%~40%，IC约占40%~50%。**封装环节**支撑着MEMS技术的发展，也是成本占比较大的环节。
- 5. MEMS的挑战来自于多种电子组件的集成：**MEMS与IC、射频器件、电源等集成需要**先进封装技术或SOC技术**。系统级封装（SiP）或片上系统（SoC）再将MCU与MEMS传感器一体化集成，形成智能传感器节点。

DOS器件四：MEMS应用

1. MEMS应用领域：广泛应用于汽车、消费电子、工业、医疗、航空航天、通信等领域。特别在智能手机终端、智能汽车和物联网中大量使用。

- a. 第一波浪潮是汽车领域：从1990年到2000年，汽车电子化趋势带动了加速度计、角速度传感器、压力传感器、质量流量传感器的崛起。
- b. 第二波浪潮是消费电子：从2000年到2010年，手机的快速发展带动运动类、声学类、光学类、环境类MEMS快速崛起。**智能手机的传感器数量一般在9~13个左右**，比如iPhone 中包含近距离传感器、麦克风、加速度计、陀螺仪、温湿度传感器、环境光传感器等9种MEMS器件。
- c. 第三波浪潮是物联网：从2010年到2020年，物联网的核心是传感、互连和计算，MEMS在物联网中的重要应用场景包括智能家居、工业互联网、车联网、环境监测、智慧城市等领域。

2. 中国市场：全球MEMS传感器最大的市场，重点产品包括运动类、声学类、射频类、红外成像等领域。

图41 MEMS在智能手机、汽车电子和物联网领域的应用



资料来源：民生证券、华辰资本整理

表8 2018年全球DOS器件竞争公司排名 (单位: 十亿美元)

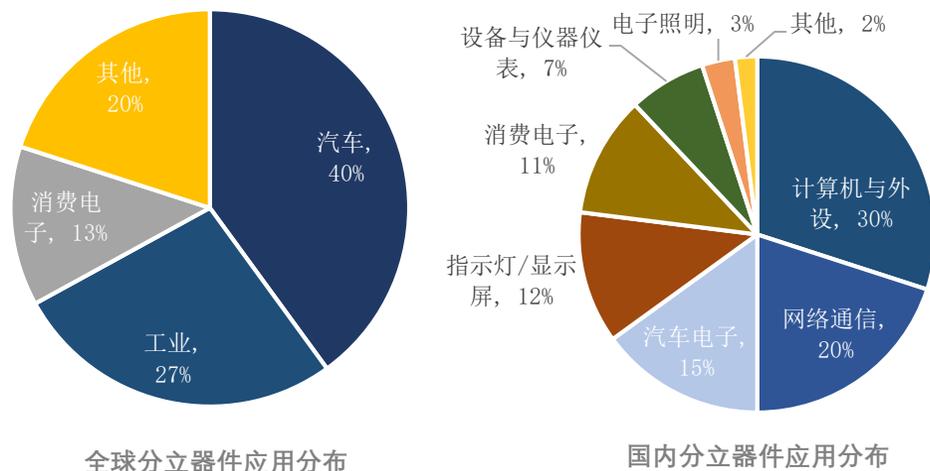
排名	公司名称		2018年 营收	2017年 营收	同比	占比	产品分布		
							分立器 件	光 电子	传 感器
1	索尼	日本	70.88	68.65	3.2	8.6		√	√
2	夏普	日本	39.52	36.66	7.8	4.8	√	√	√
3	英飞凌	欧洲	37.45	32.85	14	4.5		√	√
4	安森美	美国	31.98	28.75	11.2	3.9	√	√	√
5	意法半导体	欧洲	29.91	24.02	24.5	3.6	√	√	√
6	三星	韩国	28.43	25.38	12	3.5		√	
7	日亚	日本	28.35	25.86	9.6	3.4		√	
8	欧司朗	欧洲	19.72	19.48	1.2	2.4		√	
9	博通	美国	17.35	15.94	8.8	2.1	√	√	√
10	豪威	中国	16.4	14.85	10.4	2		√	√
前十大合计			319.99	292.44	9.4	38.8			
其他			503.97	460.58	9.4	61.2			
合计DOS			823.96	753.02	9.4	100			

资料来源: 与非网、ICINSIGHT、东方证券、华辰资本整理

市场规模与竞争格局

- 全球市场:** 2018年DOS器件出货量占整个半导体器件的比重由30年前的22%上升到70%，而集成电路为30%。同时商用分立器件受到下游电子系统中的广泛应用驱动，占比已经达到44%。**DOS产品市场总体规模在2018年达到823.96亿美元，较2017年753亿美元同比增长9.4%。**前十大企业合计销售319亿美元，同比增长9.4%，占整个市场的38%。
- 竞争格局:** 世界半导体DOS前十大中有九家生产光电子产品，六家生产传感器和，有五家生产分立器件。企业主要集中在日本、欧洲和美国，其中韩国和中国各一家。索尼以71亿美元遥遥领先。中国豪威科技以16.6亿美元成为CMOS图像传感器供应商之一。

图42 全球及国内分立器件应用领域比较



资料来源：与非网、东方证券、华辰资本整理

DOS器件市场情况

- 主要应用方向：**分立器件下游涉及汽车、消费电子及工业应用，从全球市场来看，汽车是最主要的应用，占比达到40%。国内分立器件的终端应用结构偏向低端化，汽车电子产业的应用仅占下游应用的15%。
- 国内市场：**中国成为全球分立器件最大市场，2015年中国分立器件消费市场达到2218亿元，2015-2020年呈现快速增长态势，年化增速预计在10%以上，随着下游领域的新兴应用场景的拓展，我国分立器件市场规模持续扩大。
- 未来发展：**IGBT器件受到下游新能源汽车带动，年复合增长率为25%，由大约8亿美元提高到30亿美元，预计2020年IGBT市场规模将达到60亿美元，其中有50%将来源于新能源汽车的功率器件。

表9 2015-2021全球MEMS市场规模预测 (单位: 万美元)

MEMS 类型	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	CAGR-2016-2021
其他	33,616	38,184	45,475	55,092	64,409	79,387	92,495	19%
环境类 MEMS	2,763	2,978	3,365	4,538	6,635	11,309	15,550	39%
振荡器	4,480	5,376	6,451	7,432	8,561	9,863	11,362	16%
射频 MEMS	112,506	150,164	175,603	208,445	252,173	306,310	380,983	21%
微流体	14,222	16,090	18,292	20,995	23,870	26,740	29,757	13%
红外线传感	9,782	11,310	13,734	16,786	23,499	28,361	40,033	29%
辐射热测量计	25,500	29,299	31,797	33,108	32,584	40,825	53,036	13%
光学 MEMS	105,758	107,461	113,599	120,868	129,315	140,861	1,160,369	8%
惯性组合	104,452	112,667	125,176	139,393	154,188	168,221	1,178,414	10%
数字罗盘	33,913	34,597	35,251	36,314	36,817	37,829	38,218	2%
陀螺仪	124,139	128,619	133,348	139,737	144,569	151,676	152,211	3%
加速度计	157,811	161,365	162,998	161,939	159,975	157,430	156,756	-1%
麦克风	106,456	119,031	129,809	140,380	151,852	163,723	181,727	9%
压力传感器	260,564	277,476	295,848	312,988	332,850	354,371	378,983	6%
喷墨打印头	89,241	92,696	92,366	93,251	94,695	96,377	99,850	2%
合计	1,185,203	1,287,313	1,383,112	1,491,266	1,615,992	1,773,283	3,969,744	22%

图43 2021年MEMS应用领域市场规模及对应的GAGR

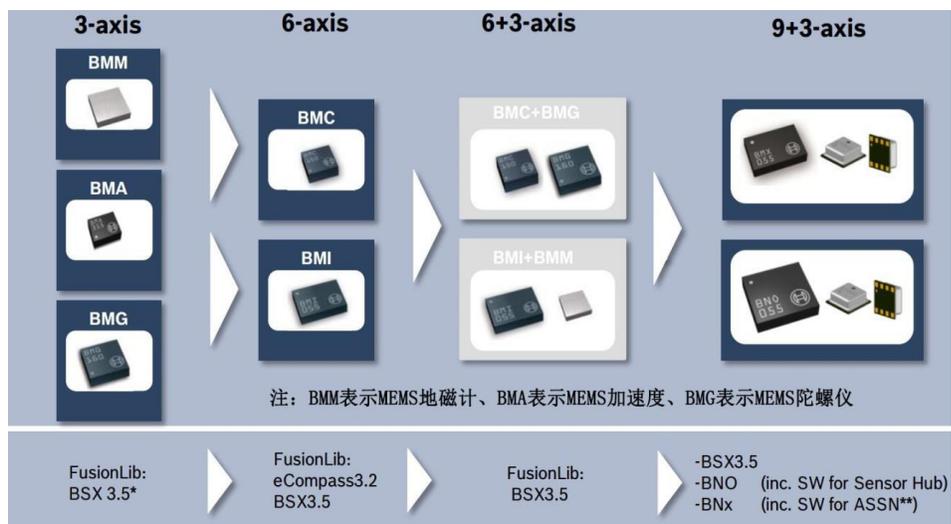


MEMS传感器市场

- 全球市场：**2015年市场规模为995亿元，其中智能传感器达到约698亿元，市场占比超过70%，2016年全球智能传感器市场再度扩大至1700亿元左右，年复合增长率达到两位数以上，预计2019年市场规模将突破3000亿元。
- 应用领域与产品类别：**MEMS市场的主要应用领域集中在消费电子、医疗、汽车、工业等领域。按照应用领域来看，主要在消费电子（111亿美元）和汽车（48亿美元）领域占比较大。CAGR增速上医疗（11.1%）和消费电子（11.8%）表现最佳。
- 国内市场：**2015年智能传感器企业产值约为14亿美元，预计2019年国将达到37亿美元，复合年均增长率超过30%。2019年还将扩大到137亿美元，本土化率将从2015年的13%提升到27%。
- 竞争格局：**2017年全球前10大MEMS供应商占有60%以上的市场份额，主要有博世、意法半导体、德州仪器、安华高以及普惠等企业。其中博世集团占12.8%，意法半导体占7.9%；德州仪器占7.9%；安华高科技公司占6.8%；惠普占5.3%；Qorvo占4.7%；楼氏电子占4.7%；invensense占4.6%；日本电装占4%，松下占3.6%。国内市场依旧竞争力微弱。

资料来源：中金公司、国盛证券、华辰资本整理

图44 博世MEMS产品组合

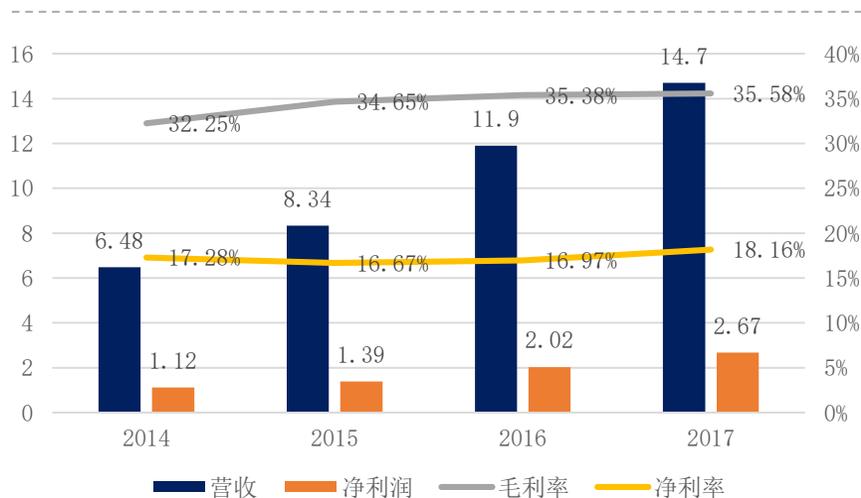


资料来源：国金证券、华辰资本整理

博世 (BOSCH) : 全球MEMS领域的龙头

- 经营特点：**博世是全球最大的汽车电子技术供应商，2013年汽车电子业务占其销售额的66%。自2014年起，凭借在汽车传感器的出货量优势，博世一举超越意法半导体，成为全球MEMS行业的老大。
- 产品特点：**涉及运动传感、声学、连接与解决方案、汽车电子四个领域。博世发明了针对MEMS产品制造工艺的DRIE（Deep reactive-ion etching，深反应离子刻蚀）技术，该工艺奠定了博世在MEMS领域的产品工艺开发基础。
- 营收情况：**2009年博世在MEMS方面的营收接近5亿美元，2015年博世在MEMS方面的营业收入为12.14亿美元，**6年复合增长率为15.9%**，营收规模和增速远超第二名意法半导体。
- 竞争优势：**目前拥有约42万的研究者与产品开发人员，位于全球89个国家。过去10年研究与产品开发支出超过350亿欧元。博世平均每个工作日申请19个专利。这使得博世成为世界领先的专利应用科技公司。

图45 杨杰科技财务情况 (单位: 亿元)



资料来源: 东方财富网、东方证券、华辰资本整理

杨杰科技: 国内分立器件领域经营情况最优质的公司

- 经营特点:** 扬杰科技于2014年在创业板上市, 公司致力于分立器件芯片、功率二极管、整流桥等半导体分立器件高端领域产品的研发、生产、销售。
- 产能方面:** 4寸线产品每月60万片的产量, **位居行业第一**, 6寸线产品已经实现量产, 每月产量5万片中有30%为自用。正计划扩展IGBT (绝缘栅双极型晶体管) 产品领域, 规划8寸晶圆建设。
- 主要产品:** 分为半导体功率器件与分立器件芯片产品等, 其中半导体功率器件约占营收的83%, 对应产品总体的销售毛利率为36%, 半导体功率器件细分为功率二极管和整流桥等, 主要可应用于电源、光伏、LED照明等领域。
- 财务情况:** 截止2019/04/12公司市值80.4亿元, 财务情况如左图。

总结

研究总结

1. 半导体应用市场巨大，核心应用的垄断格局十分明显，国产化产业格局初具雏形
2. 模拟电路涉及面广，数模结合的领域愈来愈多
3. 数字电路领域微处理器发展迅速，MCU在物联网、汽车电子领域广泛应用
4. DOS领域逐渐在微型结构上发展，MEMS成为智能传感器的发展方向
5. 应用方向上依然是国外龙头，国内企业市场份额狭小，应用中低端市场，高端市场难以进入

投资建议

1. 关注模拟芯片领域的垂直细分市场
2. 关注特定领域的设计型企业
3. 关注行业的延伸性并购

華辰資本

CELESTIAL CAPITAL

专注中国产业结构升级与创新，聚焦新一代信息技术产业发展。

联系人：王开华

电话/微信：18801621351

邮箱：kaihua.wang@celestiacapital.cn

网址：www.celestiacapital.cn

©2019華辰資本
版权所有。

本刊物所载资料以概要方式呈现，旨在用做一般性指引，不能替代详细研究或做出专业判断。华辰资本概不对任何人士根据本刊物的任何资料采取或不采取行动而引致的损失承担任何责任。阅下应向顾问查询任何具体事宜。