

半导体技术

概念

半导体技术就是以半导体为材料，制作成组件及集成电路的技术。在周期表里的元素，依照导电性大致可以分成导体、半导体与绝缘体三大类。最常见的半导体是硅（Si），当然半导体也可以是两种元素形成的化合物，例如砷化镓（GaAs），但化合物半导体大多应用在光电方面。

绝大多数的电子组件都是以硅为基材做成的，因此电子产业又称为半导体产业。半导体技术最大的应用是集成电路（IC），举凡计算机、手机、各种电器与信息产品中，一定有IC存在，它们被用来发挥各式各样的控制功能，有如人体中的大脑与神经。

如果把计算机打开，除了一些线路外，还会看到好几个线路板，每个板子上都有一些大小与形状不同的黑色小方块，周围是金属接脚，这就是封装好的IC。如果把包覆的黑色封装除去，可以看到里面有个灰色的小薄片，这就是IC。

如果再放大来看，这些IC里面布满了密密麻麻的小组件，彼此由金属导线连接起来。除了少数是电容或电阻等被动组件外，大都是晶体管，这些晶体管由硅或其氧化物、氮化物与其它相关材料所组成。整颗IC的功能决定于这些晶体管的特性与彼此间连结的方式。

半导体技术的演进，除了改善性能如速度、能量的消耗与可靠性外，另一重点就是降低制作成本。降低成本的方式，除了改良制作方法，包括制作流程与采用的设备外，如果能在硅芯片的单位面积内产出更多的IC，成本也会下降。所以半导体技术的一个非常重要的发展趋势，就是把晶体管微小化。当然组件的微小化会伴随着性能的改变，但很幸运的，这种演进会使IC大部分的特性变好，只有少数变差，而这些就需要利用其它技术来弥补了。

半导体制程有点像是盖房子，分成很多层，由下而上逐层依蓝图布局迭积而成，每一层各有不同的材料与功能。随着功能的复杂，不只结构变得更繁复，技术要求也越来越高。与建筑物最不一样的地方，除了尺寸外，就是建筑物是一栋一栋地盖，半导体技术则是在同一片芯片或同一批生产过程中，同时制作数百万个到数亿个组件，而且要求一模一样。因此大量生产可说是半导体工业的最大特色。

把组件做得越小，芯片上能制造出来的IC数也就越多。尽管每片芯片的制作成本会因技术复杂度增加而上升，但是每颗IC的成本却会下降。所以价格不但不会因性能变好或功能变强而上涨，反而是越来越便宜。正因如此，综观其它科技的发展，从来没有哪一种产业能够像半导体这样，持续维持三十多年的快速发展。

半导体制程是一项复杂的制作流程，先进的IC所需要的制作程序达一千个以上的步骤。这些步骤先依不同的功能组合成小的单元，称为单元制程，如蚀刻、微影与薄膜制程；几个单元制程组成具有特定功能的模块制程，如隔绝制程模块、接触窗制程模块或平坦化制程模块等；最后再组合这些模块制程成为某种特定IC的整合制程

半导体纳米技术

纳米技术有很多种，基本上可以分成两类，一类是由下而上的方式或称为自组装的方式，另一类是由上而下所谓的微缩方式。前者以各种材料、化工等技术为主，后者则以半导体技术为主。

以前我们都称IC技术是「微电子」技术，那是因为晶体管的大小是在微米（10⁻⁶米）等级。但是半导体技术发展得非常快，每隔两年就会进步一个世代，尺寸会缩小成原来的一半，这就是有名的摩尔定律（Moore's Law）。

大约在15年前，半导体开始进入次微米，即小于微米的时代，尔后更有深次微米，比微米小很多的时代。到了2001年，晶体管尺寸甚至已经小于0.1微米，也就是小于100纳米。因此现在是纳米电子时代，未来的IC大部分会由纳米技术做成。但是为了达到纳米的要求，半导体制程的改变须从基本步骤做起。每进步一个世代，制程步骤的要求都会变得更严格、更复杂。

材料问题

电子组件进入纳米等级后，在材料方面也开始遭遇到一些瓶颈，因为原来使用的材料性能已不能满足要求。最简单的一个例子，是所谓的闸极介电层材料；这层材料的基本要求是要能绝缘，不让电流通过。现在使用的是由硅基材料氧化而成的二氧化硅，在一般状况下这是一个非常好的绝缘材料。

但因组件的微缩，使得这层材料需要越做越薄。在纳米尺度时，如果继续使用这个材料，这层薄膜只能有约1纳米的厚度，也就是3~4层分子的厚度。但是在这种厚度下，任何绝缘材料都会因为量子穿隧效应而导通电流，造成组件漏电，以致失去应有的功能，因此只能改用其它新材料。但二氧化硅已经沿用了三十多年，几乎是集各种优点于一身，这也是使硅能够在所有的半导体中脱颖而出的关键，要找到比它功能更好的材料与更合适的制作方式，实在难如登天。

而且，材料是组件或IC的基础，一旦改变，所有相关的设备与后续的流程都要跟着改变，真的是牵一发而动全身，所以半导体产业还在坚持，不到最后一刻绝对不去改变它。这也是为什么CPU会越来越烫，消耗的电力越来越多的原因。因为现在的CPU中，晶体管数量甚多，运作又快速，而每一个晶体管都会「漏电」所造成。这种情形对桌上型计算机可能影响不大，但在可携式的产品如笔记型计算机或手机，就会出现待机或可用时间无法很长的缺点。

也因为这样，近年来许多学者相继提出各种新颖的结构或材料，例如利用自组装技术制作纳米碳管晶体管，想利用纳米碳管的优异特性改善其功能或把组件做得更小。但整个产业要做这么大的更动，在实务上是不可行的，顶多只能在特殊的应用上，如特殊感测组件，找到新的出路。

快速发展的主因

尽管有种种挑战，半导体技术还是不断地往前进步。分析其主要原因，总括来说有下列几项。

先天上，硅这个元素和相关的化合物性质非常好，包括物理、化学及电方面的特性。利用硅及相关材料组成的所谓金属氧化物半导体场效晶体管，做为开关组件非常好用。此外，因为性能优异，轻、薄、短、小，加上便宜，所以应用范围很广，可以用来做各种控制。换言之，市场需求很大，除了各种产业都有需要外，新兴的所谓3C产业，更是以IC为主角。

因为需求量大，自然吸引大量的人才与资源投入新技术与产品的研发。产业庞大，分工也越来越细。半导体产业可分成几个次领域，每个次领域也都非常庞大，譬如IC设计、光罩制作、半导体制造、封装与测试等。其它配合产业还包括半导体设备、半导体原料等，可说是一个火车头工业。

因为投入者众，竞争也剧烈，进展迅速，造成良性循环。一个普遍现象是各大学电机、电子方面的课程越来越多，分组越细，并且陆续从工学院中独立成电机电子与信息方面的学院。其它产业也纷纷寻求在半导体产业中的应用，这在全世界已经变成一种普遍的趋势。

总而言之，半导体技术已经从微米进步到纳米尺度，微电子已经被纳米电子所取代。半导体的纳米技术可以代表以下几层意义：它是唯一由上而下，采用微缩方式的纳米技术；虽然没有革命性或戏剧性的突破，但整个过程可以说就是一个不断进步的历程，这种动力预期还会持续一、二十年。

此外，组件会变得更小，IC的整合度更大，功能更强，价格也更便宜。未来的应用范围会更多，市场需求也会持续增加。像高速个人计算机、个人数字助理、手机、数字相机等等，都是近几年来因为IC技术的发展，有了快速的IC与高密度的内存后产生的新应用。由于技术挑战越来越大，投入新技术开发所需的资源规模也会越来越大，因此预期会有更大的就业市场与研发人才的需求。

半导体器件有许多封装型式，从DIP、SOP、QFP、PGA、BGA到CSP再到SIP，技术指标一代比一代先进，这些都是前人根据当时的组装技术和市场需求而研制的。总体说来，它大概有三次重大的革新：第一次是在上世纪80年代从引脚插入式封装到表面贴片封装，极大地提高了印刷电路板上的组装密度；第二次是在上世纪90年代球型矩正封装的出现，它不但满足了市场高引脚的需求，而且大大地改善了半导体器件的性能；晶片级封装、系统封装、芯片级封装是现在第三次革新的产物，其目的就是将封装减到最小。每一种封装都有其独特的地方，即其优点和不足之处，而所用的封装材料，封装设备，封装技术根据其需要而有所不同。驱动半导体封装形式不断发展的动力是其价格和性能。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/baike/2430.html>