



数字逻辑基础

主讲：何宾

Email: hebin@mail.buct.edu.cn

2018.08

半导体数字集成电路

--集成电路的发展

集成电路的发展包含四个主要的阶段：

- 在上世纪六十年代早期出现了第一片集成电路，其集成的晶体管数量少于100个，该集成电路称为小规模集成电路（ Small-Scale Integrated Circuit, **SSI** ）。
- 在上世纪六十年代后期出现了中规模集成电路（ Medium-Scale Integrated Circuit, **MSI** ），其集成的晶体管数量达到几百个。

半导体数字集成电路

--集成电路的发展

- 在上世纪70年代中期，出现了大规模集成电路（ Large-Scale Integrated Circuit, **LSI** ），其集成的晶体管数量达到几千个。
- 在上世纪80年代早期，出现了超大规模集成电路（ Very-large-scale-integrated, **VLSI** ），其集成的晶体管的数量超过了100,000个(十万)。
- 到上世纪80年代后期，集成的晶体管数量超过了1,000,000个。
- 到上世纪90年代，集成的晶体管数量超过了10,000,000 ；
- 到了2004年，这一数量已经超过了100,000,000个。
- 现在这一数量突破1,000,000,000个。

半导体数字集成电路

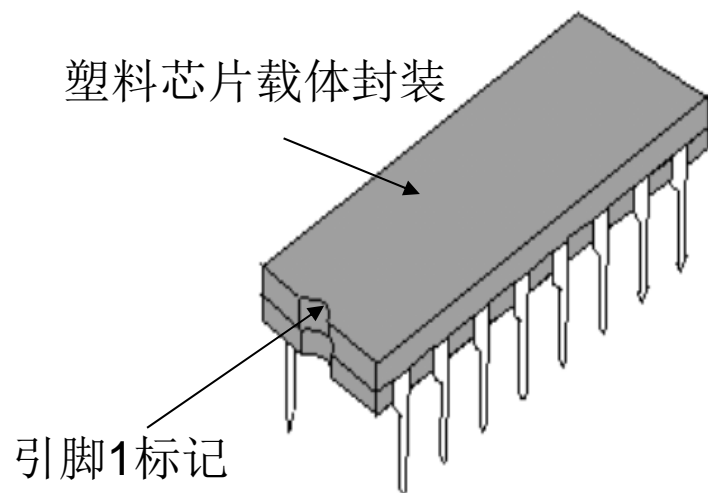
--集成电路构成

术语“芯片”和集成电路是指半导体电路，即：在一个硅片上，集成了大量的微型的晶体管。

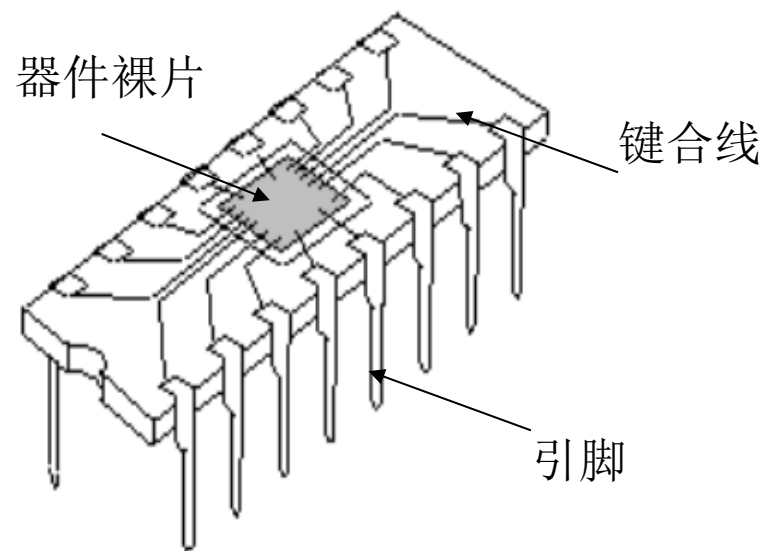
- 对于实现逻辑功能比较简单的芯片来说，一个硅片上可能只集成了少量的晶体管；
- 而对于功能比较复杂的芯片来说，一个硅片上可能集成了几百万个晶体管。

集成电路构成

--集成电路的DIP封装



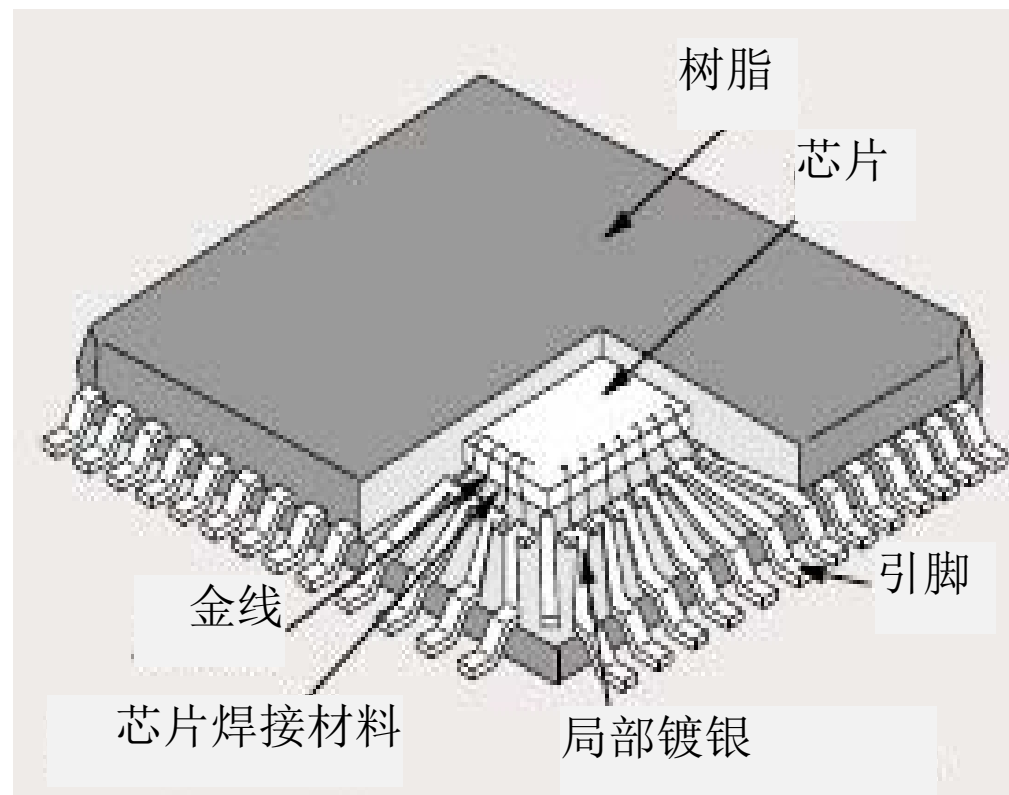
DIP封装外观



DIP封装芯片内部结构

集成电路构成

--集成电路的LQFP封装



半导体数字集成电路

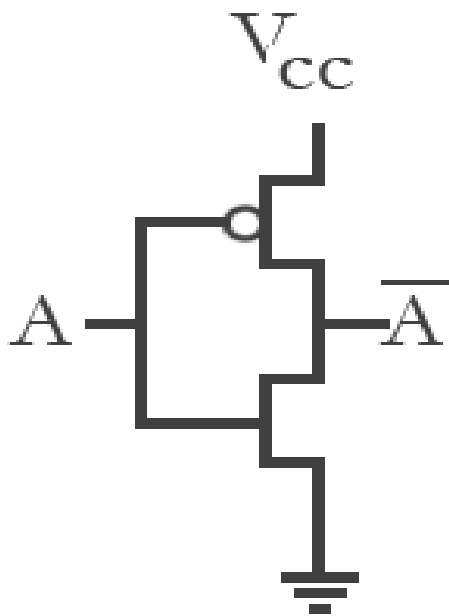
--集成电路版图

集成电路版图（integrated circuit layout），是真实集成电路物理情况的平面几何形状描述。

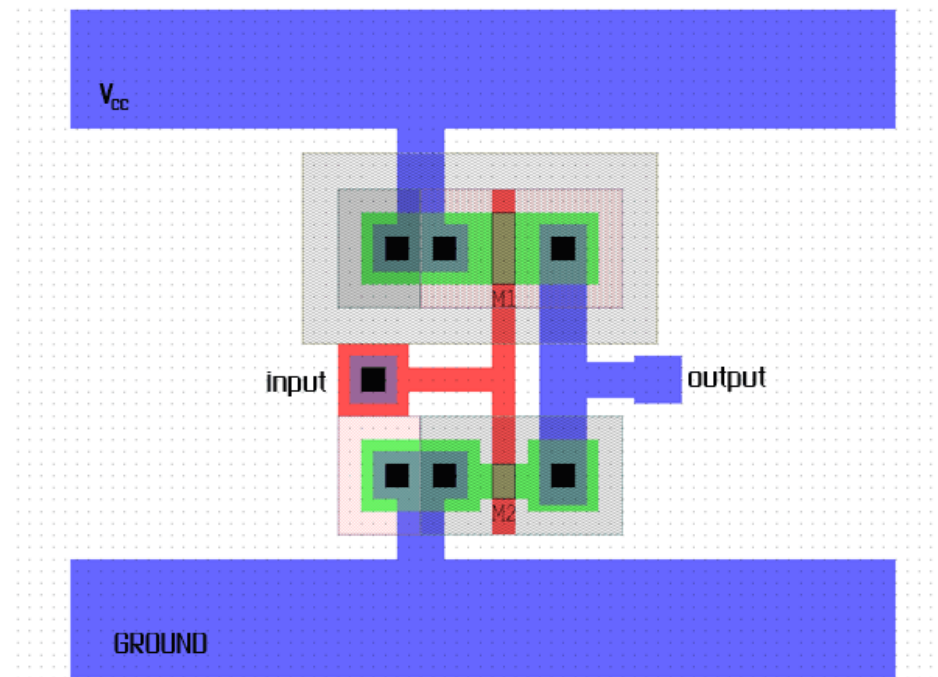
- 集成电路版图是集成电路设计中最底层步骤物理设计的成果，这个文件包含了各个硬件单元在芯片上的形状、面积和位置信息。
- 版图设计的结果必须遵守制造工艺、时序、面积、功耗等的约束。

半导体数字集成电路

--集成电路版图



反相器的电路结构



反相器的集成电路版图

半导体数字集成电路

--集成电路版图

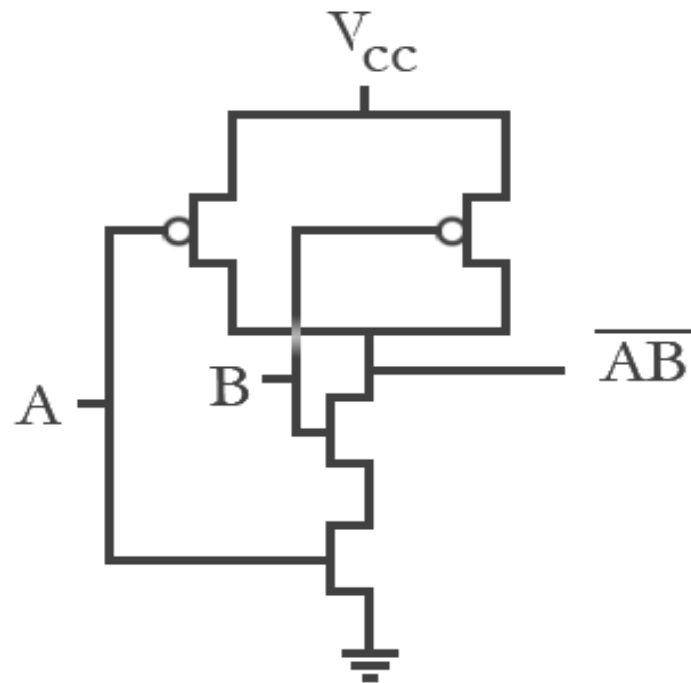
生成的版图必须经过一系列被称为物理验证的检查流程。
验证流程中最常见的是分为：

- 设计规则检查（ design rule checking, DRC ）；
- 版图与电路图一致性检查（ layout versus schematic, LVS ）；
- 版图参数提取；
- 电学规则检查；

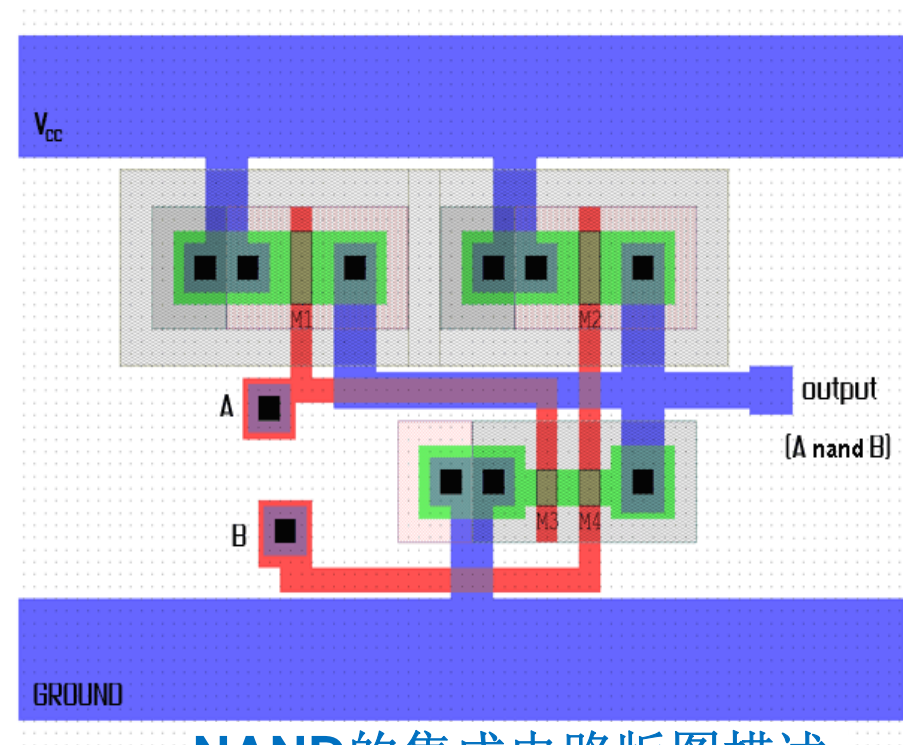
半导体数字集成电路

--集成电路版图

NAND的电路原理和集成电路版图



NAND的电路原理



NAND的集成电路版图描述