

第9章 可编程逻辑器件的开发与运用

§ 9.1 概述

PLD 概念

ASIC——Application Specific Integrated Circuit

针对特定应用的IC，如DVD播放器芯片

性能高，功耗低

开发成本高，周期长，风险大

PLD——Programmable Logic Device

器件实现的功能由用户自定义

开发成本低，周期短，设计灵活

第9章 可编程逻辑器件的开发与运用

§ 9.1 概述

PLD
发展

70年代

PLA (Programmable Logic Array)

可编程的与阵列与可编程的或阵列组成。

规模小、编程烦琐

PAL (Programmable Array Logic)

可编程的与阵列与固定的或阵列组成。

设计灵活，速度快

SOPC

System On Programmable Chip/片上系统

ISP技术 (Lattice)

In System Programming/在线可编程技术

80年代

GAL (Generic Array Logic)

通用阵列逻辑

采用输出逻辑宏单元 (OLMC)，可擦除，使用灵活

FPGA (Field Programmable Gate Array)

现场可编程门阵列

由独立可编程单元组成，单元间灵活组合

密度高、速度快、编程灵活

CPLD (Complex Programmable Logic Device)

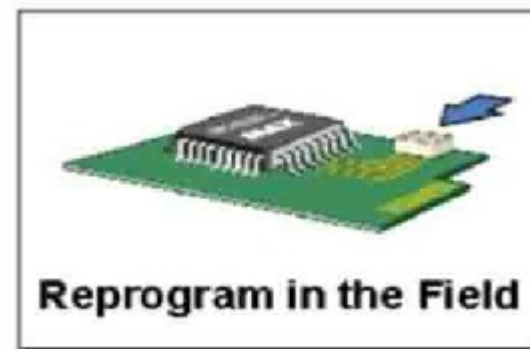
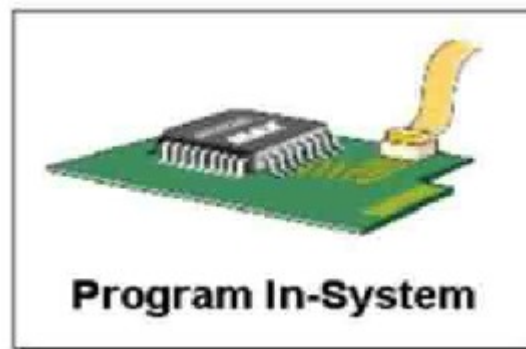
复杂可编程逻辑器件

可擦除PLD，增加内部连线

第9章 可编程逻辑器件的开发与运用

§ 9.1 概述

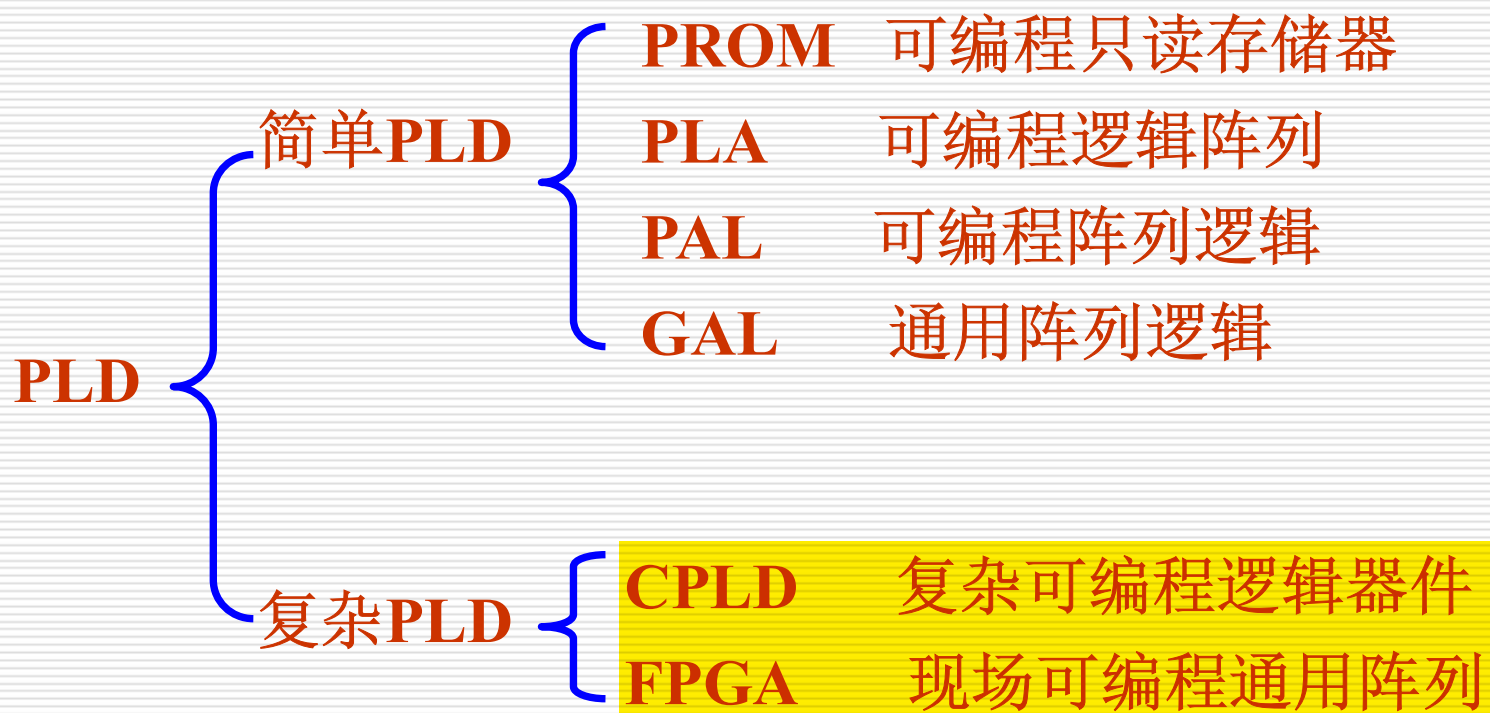
ISP
技术
图示



第9章 可编程逻辑器件的开发与运用

§ 9.1 概述

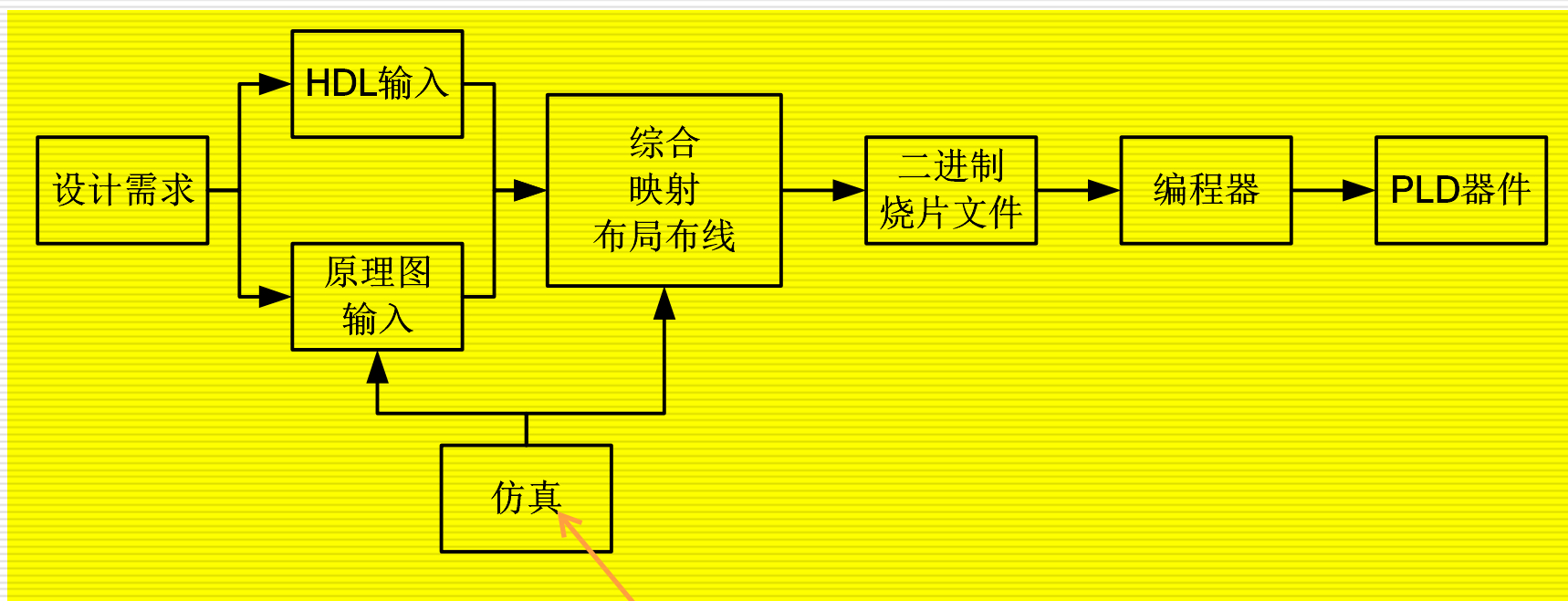
PLD
分类



第9章 可编程逻辑器件的开发与运用

§ 9.1 概述

PLD 基本设计流程



功能仿真：不考虑竞争冒险和门电路延迟，只是验证电路在功能上是否满足要求
时序仿真：确定功能正确之后进行时序仿真，验证电路在时序上能不能达到要求，此时考虑竞争冒险和门电路延迟

第9章 可编程逻辑器件的开发与运用

§ 9.1 概述

PLD
主要
供应
厂商

Xilinx: 赛灵思，成立于 1984 年，首创了现场可编程逻辑阵列（FPGA）这一创新性的技术，并于 1985 年首次推出商业化产品。

Altera: 阿尔特拉，1983 年成立，总部在美国加州，是专业设计、生产、销售高性能、高密度可编程逻辑器件及相应开发工具的一家公司。

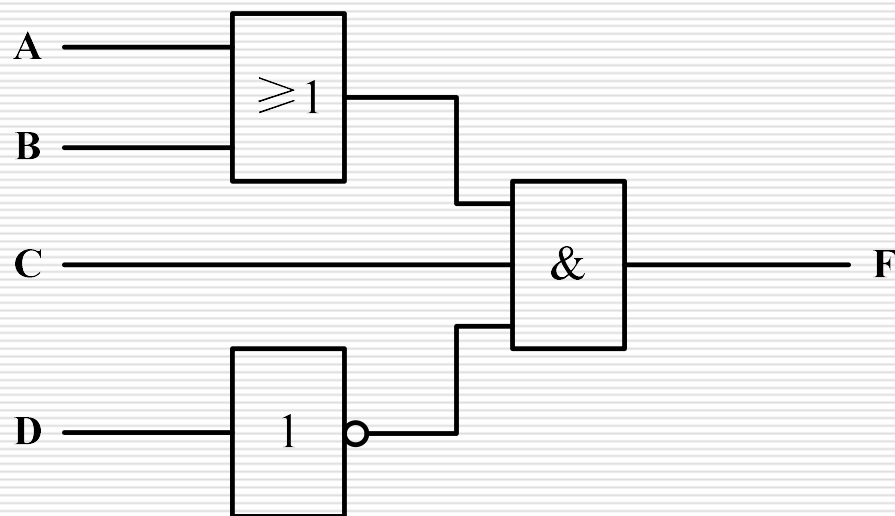
其他: Lattice、Actel 等。

第9章 可编程逻辑器件的开发与运用

§ 9.2 CPLD器件

乘积项技术原理

CPLD：基于乘积项技术，Flash工艺或EEPROM工艺的PLD器件，无需外部配置器件

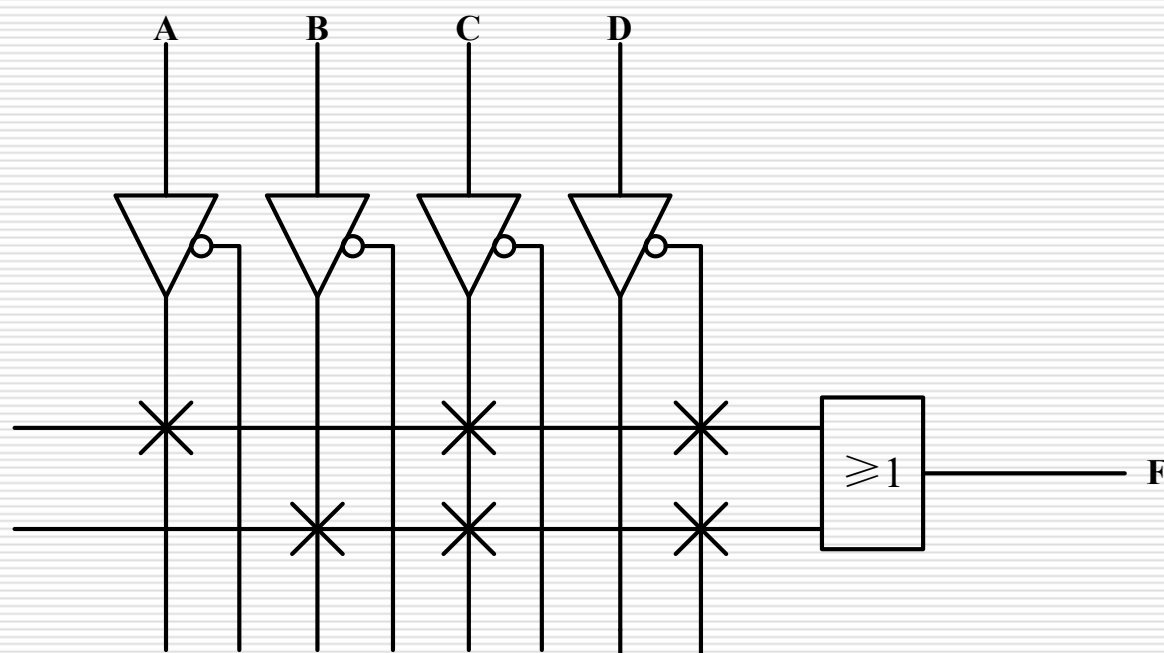


$$F = AC\bar{D} + BC\bar{D}$$

第9章 可编程逻辑器件的开发与运用

§ 9.2 CPLD器件

乘积项技术原理



$$F = AC\bar{D} + BC\bar{D}$$

第9章 可编程逻辑器件的开发与运用

§ 9.2 CPLD器件

主流
CPLD
器件

Xilinx: CoolRunner-II系列

Altera: Max系列
Max-II系列

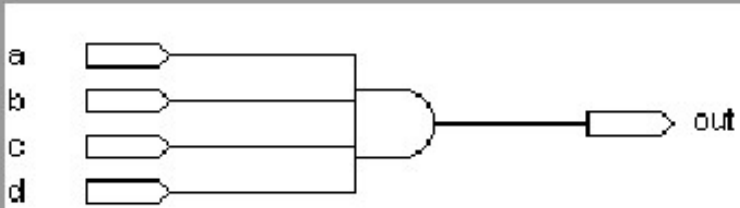
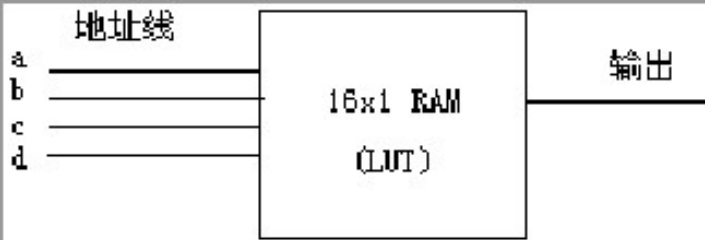
Lattice: ispMACH系列 等

第9章 可编程逻辑器件的开发与运用

§ 9.3 FPGA器件

查找表技术原理

FPGA：基于查找表技术，SRAM工艺的PLD器件，通常需要外部配置器件

实际逻辑电路		LUT的实现方式	
			
a, b, c, d 输入	逻辑输出	地址	RAM中存储的内容
0000	0	0000	0
0001	0	0001	0
....	0	...	0
1111	1	1111	1

第9章 可编程逻辑器件的开发与运用

§ 9.3 FPGA器件

基于非SRAM工艺的FPGA

基于反熔丝（anti-fuse）工艺的FPGA：

- Actel eX系列，SX-A系列，Axcelerator系列等
- 一次性可编程，无需外接配置，上电即可工作
- 保密性最高，可靠性高，抗辐射能力强，功耗低
- 常用于军事及航天场合

基于Flash工艺的FPGA

- Actel ProASIC plus系列，ProASIC III系列等
- 可重复编程，无需外接配置，上电即可工作
- 保密性高，开发成本较低

第9章 可编程逻辑器件的开发与运用

§ 9.3 FPGA器件

主流FPGA器件

Xilinx: Virtex-6/-5/-4/-II Pro系列

Spartan-6/-3E/-3A/-3AN/-3A DSP系列

Altera: Stratix-IV/-III/-II系列

Cyclone/-II/-III系列

Lattice: ECP/-2系列

XP/-2系列 等

第9章 可编程逻辑器件的开发与运用

§ 9.4 CPLD与FPGA器件比较

比
较

集成度:

FPGA高于CPLD;

了解

适用性:

FPGA适用于设计复杂的时序逻辑电路;

CPLD适用于设计复杂的组合逻辑电路;

编程方式:

FPGA大部分基于SRAM编程（外存储）;

CPLD基于Flash编程;

功耗:

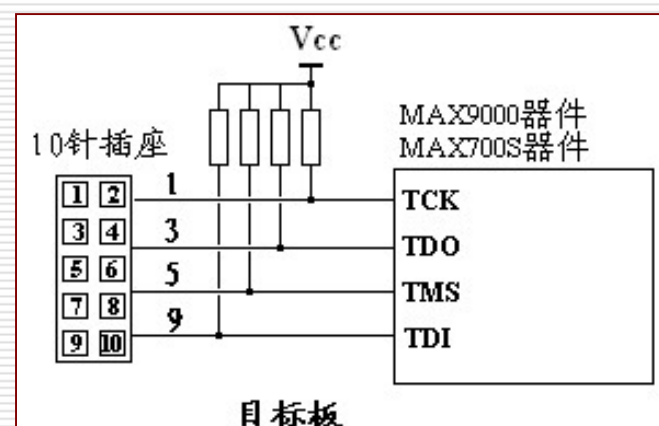
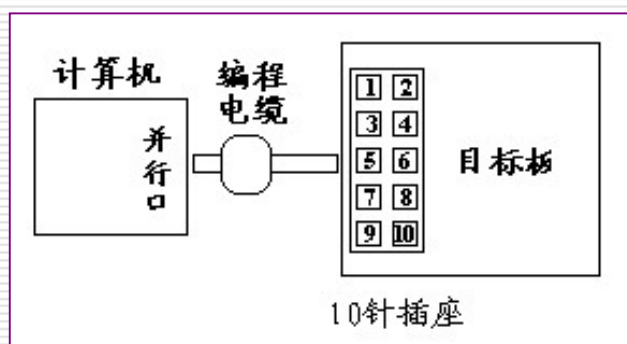
CPLD高于FPGA

第9章 可编程逻辑器件的开发与运用

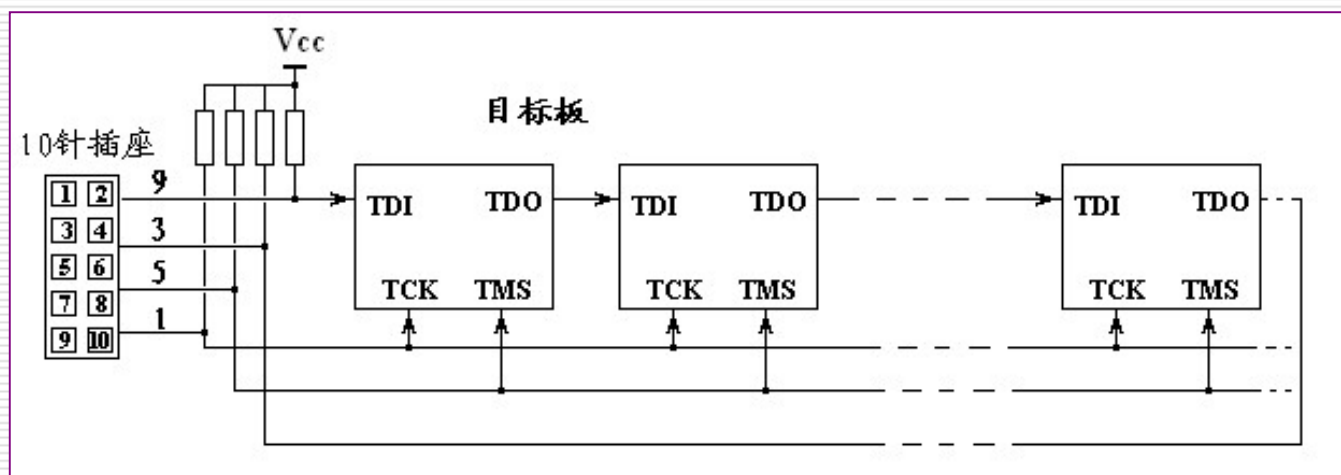
§ 9.4 编程硬件结构

器件下载（JTAG接口）：

器件编程



单器件下载



多器件下载

第9章 可编程逻辑器件的开发与运用

§ 9.4 编程硬件结构

JTAG接口简介

- **JTAG** (Joint Test Action Group, 联合测试行动小组) 是1985年制定的**检测PCB和IC芯片的一个标准**, 1990年被修改后成为IEEE1149.1标准
- **4线接口: TMS、TCK、TDI、TDO**, 分别为模式选择、时钟、数据输入和数据输出线
- **JTAG测试允许多个器件通过JTAG接口串联在一起, 形成一个JTAG链, 能实现对各个器件分别测试。**
- **JTAG接口还常用于实现ISP, 对FLASH和FPGA等器件进行编程**

第9章 可编程逻辑器件的开发与运用

§ 9.6 PLD开发软件

PLD 开发 软件

Xilinx: ISE Design Suite

Altera: Quartus II

Actel: Libero IDE

Lattice: ispLever

对于各厂家的低端器件，通常有免费版本软件可以支持
