

计算机组成理论2

-计算机中的数值表示 (1)-

大连理工大学立命馆大学国际信息软件学部大森孝之

讲座内容

➡ 什么是处理器内存

- 晶体管、逻辑元件、IC

■ 二进制数

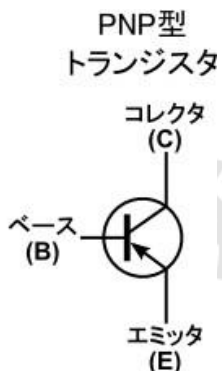
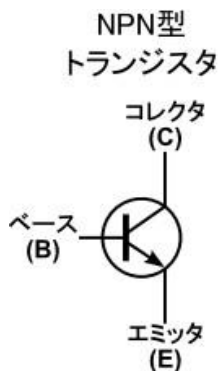
- 什么是二进制数和十六进制数？

- 二进制到十进制转换负表示，
2 的补码

-

什么是处理器内存

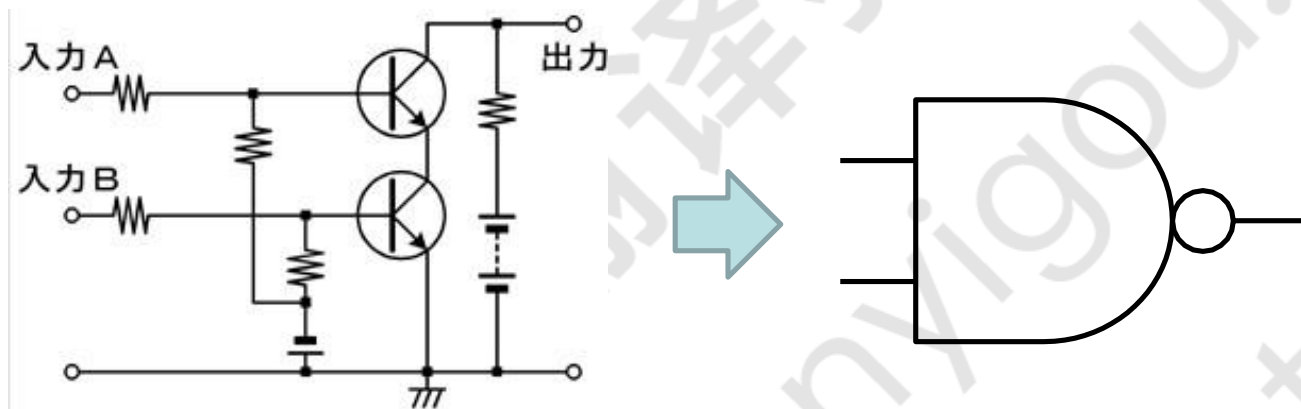
■ 晶体管



- 可以电动开/关
- 由 N 型半导体和 P 型半导体组合而成

什么是处理器内存

■ 逻辑门（逻辑元件）

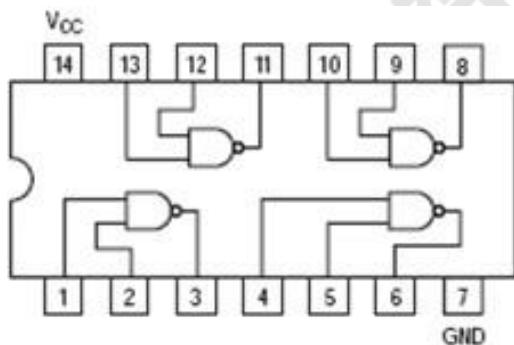


- 支持基本逻辑运算 AND、OR、NOT、NAND、NOR、XOR 等的电子电路。

什么是处理器内存

■ 集成电路

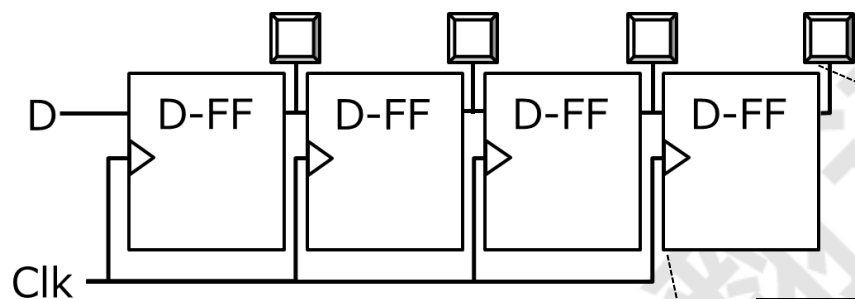
- 集成了数十到数百万个晶体管的电子设备
- 也叫芯片



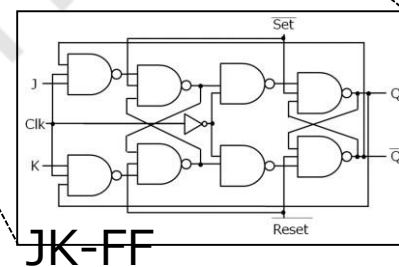
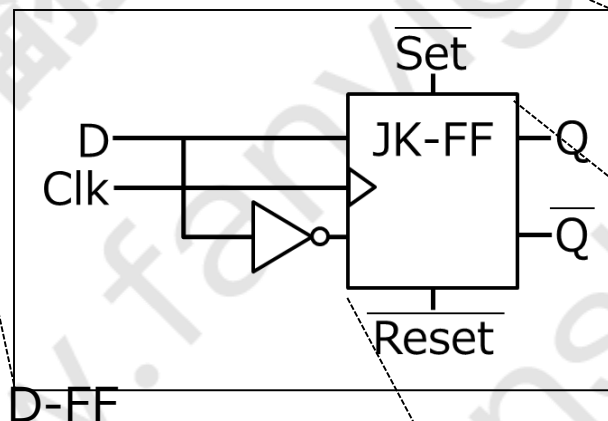
(示例) 由 4 个与非门组成的 IC

什么是处理器内存

■ 信息存储在存储电路中（例如：寄存器）



4位移位寄存器



什么是处理器内存

■ LSI (large scale integration)

- 大规模集成电路

- 特别是大型IC

- 集成数千到数十万个晶体管

■ VLSI (very -)

- 集成数十万到数百万个晶体管

■ ULSI (ultra -)

- 集成超过 1000 万个晶体管

从源代码到机器语言

C语言

```
int a,b,c,d;  
a = b + c;  
d = a * b;  
...
```

照原样
跑不起来

编译器
转换者

汇编语言

```
lw    $9, 4($1)  
lw    $10, 8($1)  
add   $8, $9, $10  
...
```

汇编器
转换者

机器语言

```
01001101  
00100100  
01001000  
00100000
```

在电路
上可以
执行

- 高级语言程序是编译器，
通过汇编程序等转换为机器语言代码。
- 汇编语言和机器语言指令
一一对应

确认问题

- 实现AND、OR、NOT等逻辑的元件称为(1)。
- 将下列术语翻译成英文。
 - (2) 集成电路
 - (3) 大规模集成电路
- 从高级程序设计语言到汇编语言代码的转换是由(4)完成的。从汇编语言到机器语言的转换是由(5)完成的。



翻译狗
www.fanyigou.com
www.translateGo.com

讲座内容

■ 什么是处理器内存

- 晶体管、逻辑元件、IC

➡ 二进制数

- 什么是二进制数和十六进制数？
- 二进制到十进制转换
- 负表示，2 的补码

二进制、十进制、十六进

十进制数	二进制数	十六进制
0	00000	00
1	00001	01
2	00010	02
3	00011	03
4	00100	04
5	00101	05
6	00110	06
7	00111	07
8	01000	08
9	01001	09
10	01010	0a
11	01011	0b
12	01100	0c
13	01101	0d
14	01110	0e
15	01111	0f

二进制数：

从 0 到 1 表示的数值

十进制数：

从 0 到 9 表示的数值

十六进制：

数值用0~9、a~f表示

* 大写字母 (A 到 F) 是可以接受的

二进制和计算机

- 电脑里面
将高电位或低电位（电压）分配给 1
和 0



- 计算机内部的所有数据和指令都用二进制数表示

123 (整数)	01111011
一封信)	01000001
加载字指令	00100011
35 (整数)	00100011

相同的？

即使使用相同的二

可以有多种解读

→ 解释规则很重要

二进

■ 二进制数：仅用 0 和 1 表示的数字
■ 基数在右下角写小

■ 十进制数 1111 \rightarrow 111110

■ 二进制数 1111 \rightarrow 1111₂

最高位

(MSB: most significant bit)

最低位

(LSB: least significant bit)

二进制到十进制的转

■ 二进制 → 十进制

$$\begin{aligned} \blacksquare 1111_{10} &= 1*1000+1*100+1*10+1*1 \\ &= 1*10^3+1*10^2+1*10^1+1*10^0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \blacksquare 1111_2 &= 1*2^3+1*2^2+1*2^1+1*2^0 \\ &= 1*8+1*4+1*2+1*1 \\ &= 15_{10} \end{aligned}$$

■ 十进制 → 二进制

$$\begin{array}{rcl} 11/2 & = & 5 \text{ 余数 } 1 \\ 5/2 & = & 2 \text{ 余数 } 1 \\ 2/2 & = & 1 \text{ 余数 } 0 \\ 1/2 & = & 0 \text{ 余数 } 1 \end{array} \quad \Rightarrow \quad 1011$$

$11_{10} \rightarrow 1011_2$

二进制-十六进制转换

■ 二进制 → 十六进制

- 4位分隔
按右表换算

示例)

010111102

* **5E**₁₆

■ 十六进制 → 二进制

- 根据右表一次转换4位

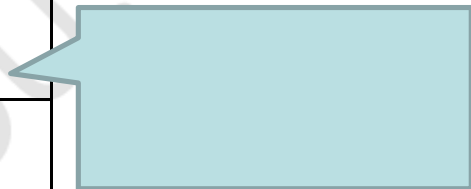
十六进制	二进制数
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110

十六进制	二进制数
8	1000
9	1001
A	1010
B	1011
C	1100
D	1101
E	1110

二元负数表示-绝对值表示-

十进制数	二进制数
-8	-
-7	1111
-6	1110
-5	1101
-4	1100
-3	1011
-2	1010
-1	1001

十进制数	二进制数
8	-
7	0111
6	0110
5	0101
4	0100
3	0011
2	0010
1	0001



符号 (1: 负数, 0: 正数) + 绝

二进制否定表示-18补充-

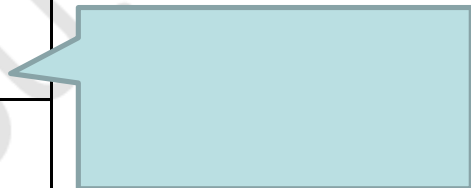
十进制数	二进制数	十进制数	二进制数
-8	-	8	-
-7	1000	7	0111
-6	1001	6	0110
-5	1010	5	0101
-4	1011	4	0100
-3	1100	3	0011
-2	1101	2	0010
-1	1110	1	0001

反转 0 和

二进制否定表示-19补充-

十进制数	二进制数
-8	1000
-7	1001
-6	1010
-5	1011
-4	1100
-3	1101
-2	1110
-1	1111

十进制数	二进制数
8	-
7	0111
6	0110
5	0101
4	0100
3	0011
2	0010
1	0001



1 的补码

如果取负 2 的补码怎么

十进制数	二进制数
-8	1000
-7	1001
-6	1010
-5	1011
-4	1100
-3	1101
-2	1110
-1	1111

十进制数	二进制数
8	-
7	0111
6	0110
5	0101
4	0100
3	0011
2	0010
1	0001

1 的补码

2 的补码的好

- 您可以通过查看最重要的位来看到符号
 - 1 → 减, 0 → 加
- 没有-0
- 易于添加
- 标志扩展也很容易
 - 符号扩展: 更多位
 - 转换或使用值 (8bit → 16bit)

二进制到十进制的转

■ 二进制→十进制（无符号）转载

$$\begin{aligned} \blacksquare 1111_2 &= 1*2^3 + 1*2^2 + 1*2^1 + 1*2^0 \\ &= 1*8 + 1*4 + 1*2 + 1*1 \\ &= 15_{10} \end{aligned}$$

■ 二进制 → 十进制（有符号）

$$\begin{aligned} \blacksquare 1111_2 &= -1*2^3 + 1*2^2 + 1*2^1 + 1*2^0 \\ &= -1*8 + 1*4 + 1*2 + 1*1 \\ &= -1_{10} \end{aligned}$$

2的补码转换的合法性

■ 为什么要反转位并加一？
$$\begin{aligned} & a_3a_2a_1a_0 \\ & + \sim a_3 \sim a_2 \sim a_1 \sim a_0 = 11112 \ a_3a_2a_1a_0 + \\ & (\sim a_3 \sim a_2 \sim a_1 \sim a_0 + 1) \sim a = 100a_1a_0) \\ & + \sim a_3 \sim a_2 \sim a_1 \sim a_0 = 1000002 = 0 \end{aligned}$$

$$a_3a_2a_1a_0 = -2^3a_3 + 2^2a_2 + 2^1a_1 + 2^0a_0$$

$$\sim a_3 \sim a_2 \sim a_1 \sim a_0 = -2^3 \sim a_3 + 2^2 \sim a_2 + 2^1 \sim a_1 + 2^0 \sim a_0$$

$$a_3a_2a_1a_0 + \sim a_3 \sim a_2 \sim a_1 \sim a_0$$

$$= -2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0 = -1$$

确认问题

- (1) 将无符号整数 101010102 转换为十进制。
- (2) 无符号整数 111100102 转换为十六进制。
- (3) 将 2310 转换为 8 位二进制。
- (4) 将 2310 转换为十六进制。
- (5) 将 -2110 转换为绝对值表示的 8 位二进制数。
- (6) 将 -2110 转换为具有补码表示的 8 位二进制。
- (7) 用 2 的补码表示将 -2110 转换为 8 位二进制。
- (8) 二进制补码表示，可以用8位表示回答数字的范围。



翻译狗
www.fanyigou.com
www.translateGo.com



翻译狗
www.fanyigou.com
www.translateGo.com

参考

- Computer Configuration and Design 5th Edition by David A. Patterson, John L. Hennessy, 成田光明翻译, Nikkei BP
- Shigeru Yamashita“计算机组成理论1”讲义
- 图片可能受版权保护，不得发布或分发。