

数字电路与逻辑设计

Digital circuit and logic design

第八章 可编程逻辑器件

主讲教师 | 何云峰

08

■ 提纲



PLD概述



低密度可编程逻辑器件



高密度可编程逻辑器件

■ 提纲



可编程只读存储器PROM



可编程逻辑阵列PLA



其他低密度可编程逻辑器件

低密度可编程逻辑器件

半导体存储器



随机存取存储器RAM



Random Access Memory



优点：读写方便，使用灵活



缺点：一旦断电，所存储的信息便会丢失，属于易失性存储器



低密度可编程逻辑器件

半导体存储器



只读存储器ROM



Read Only Memory



非易失性存储器，即使切断电源，ROM中的信息也不会丢失



用户可编程ROM（简称PROM）









存放的内容是由用户根据需要在编程设备上写入的

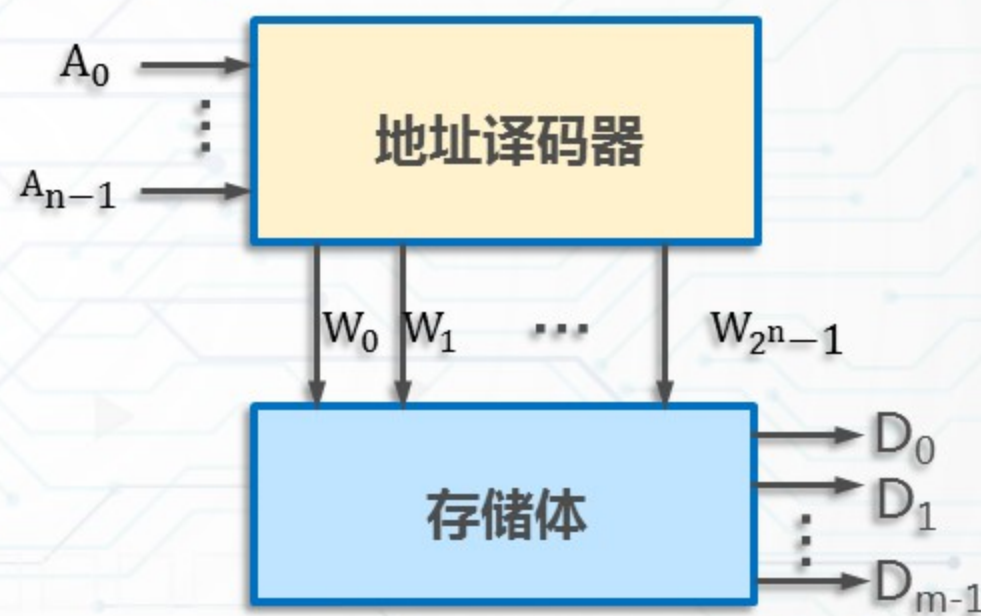


优点：使用灵活方便，适宜于用来实现各种逻辑功能

低密度可编程逻辑器件

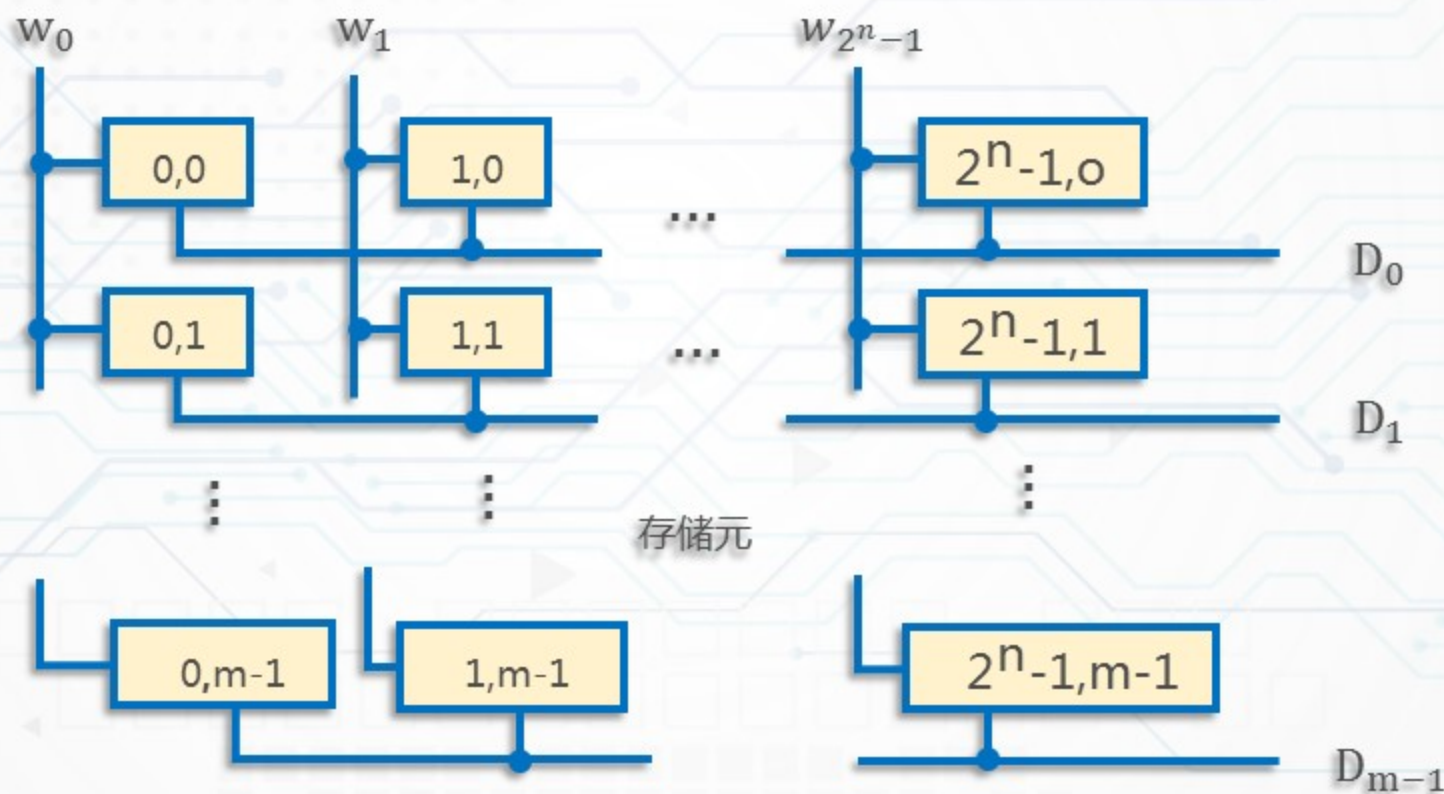
可编程只读存储器PROM

-  $A_0 \sim A_{n-1}$: 地址输入线
-  $W_0 \sim W_{2^n-1}$: 地址译码输出线
 又称为字线
-  $D_0 \sim D_{m-1}$: 数据输出线
 又称为位线
-  容量 : $2^n \times m$ (位)



可编程只读存储器PROM

PROM存储体的结构



■ 可编程只读存储器PROM

PROM存储体的结构



存储器的角度



PROM由地址译码器和存储体两大部分组成



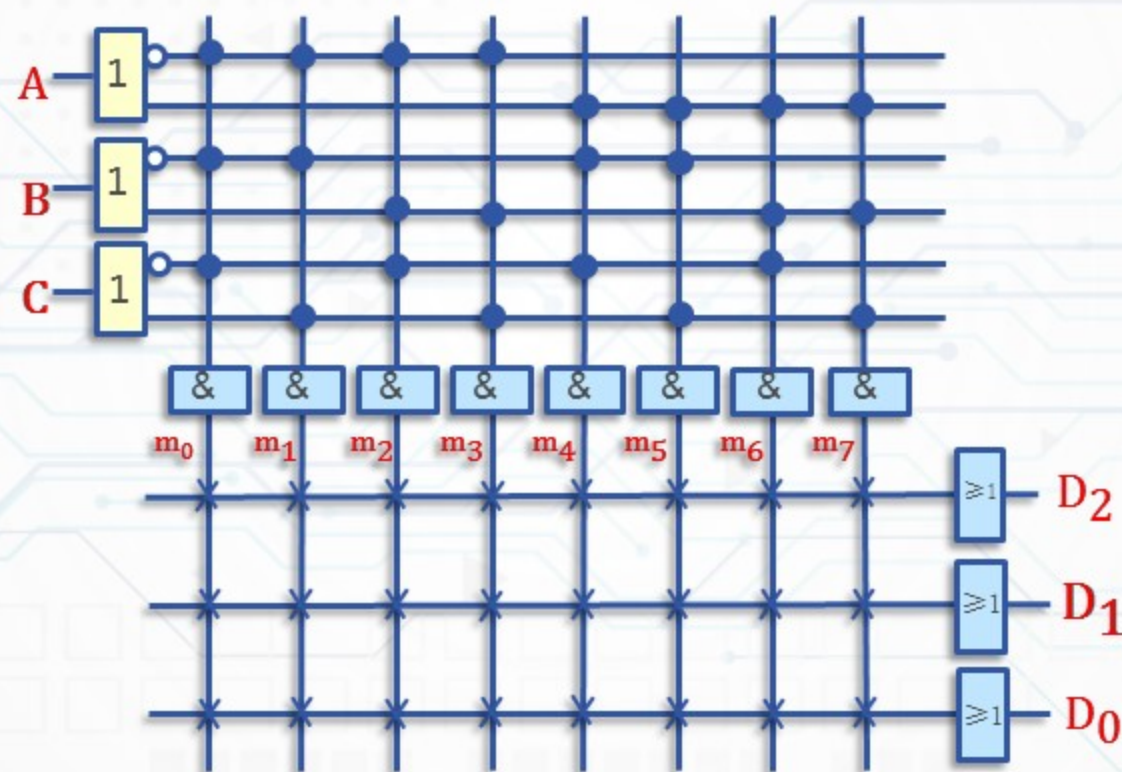
逻辑电路角度



PROM的由一个固定连接的与门阵列和一个可编程连接的或门阵列组成

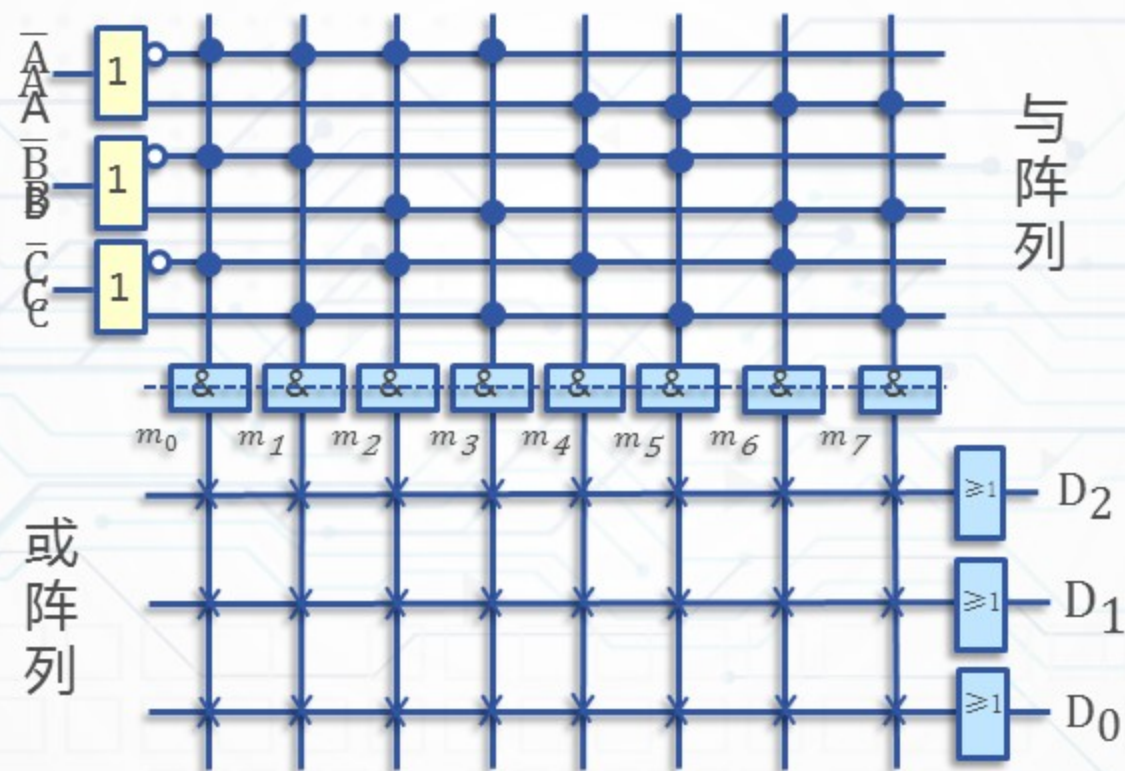
可编程只读存储器PROM

PROM存储体的结构示意图



可编程只读存储器PROM

逻辑结构图的简化



■ 可编程只读存储器PROM

PROM的类型



一次编程的ROM(PROM)



所有存储元均被加工成同一状态“0”(或“1”), 可通过编程改变某些存储元的状态



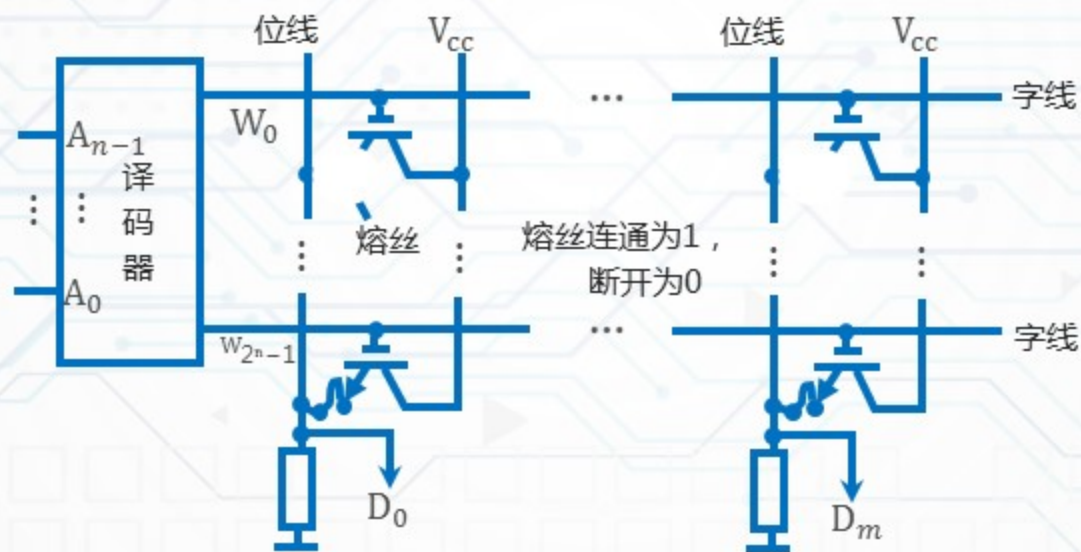
编程只能进行一次, 一旦编程完毕, 其内容便不能再改变

可编程只读存储器PROM

PROM的类型



一次编程的ROM(PROM)



熔丝型PROM结构示意图

■ 可编程只读存储器PROM

PROM的类型



可抹可编程ROM(EPROM)



EPROM : Erasable Programmable Read Only Memory



EPROM可由用户编程存放指定的信息



可通过紫外线照射将原存储内容抹去，再写入新的内容



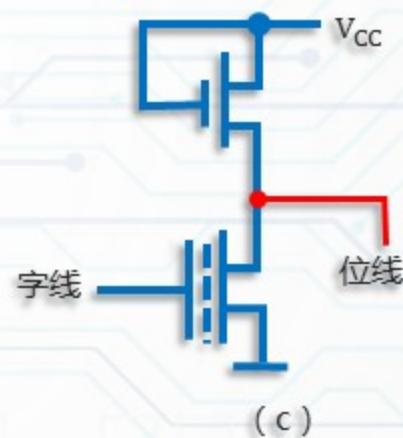
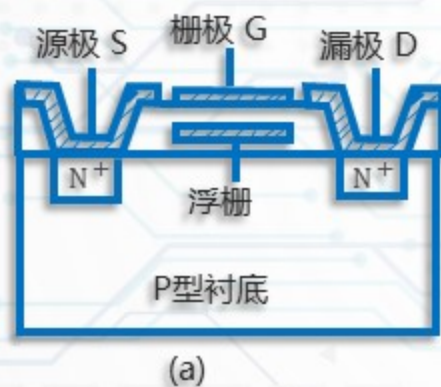
只能整体擦除、不能以字为单位擦除

可编程只读存储器PROM

PROM的类型



可抹可编程ROM(EPROM)



叠栅注入MOS管的结构示意图、符号和存储元电路

■ 可编程只读存储器PROM

PROM的类型



电可抹可编程ROM(EEPROM或E²PROM)



EEPROM : Electrically Erasable Programmable Read Only Memory



与EPROM相似，但擦除和编程均用电完成，以字为单位



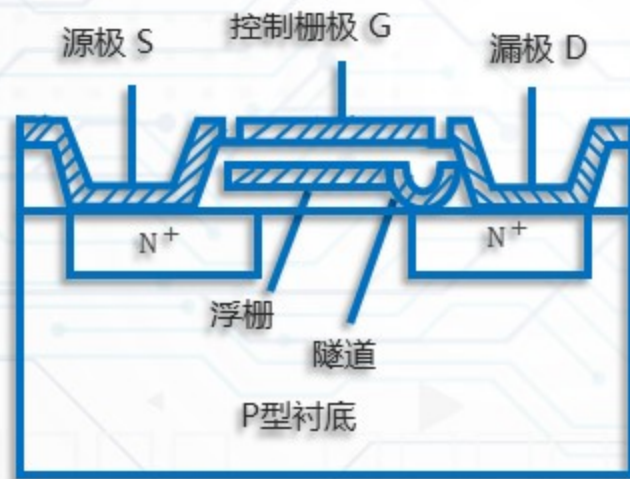
工作电流小、擦除速度快，而且允许改写的次数大大高于EPROM，一般允许改写1万次以上

可编程只读存储器PROM

PROM的类型



电可抹可编程ROM(EEPROM或E²PROM)



(a)



(b)

Flotox(浮栅隧道氧化层)MOS管结构示意图和符号

■ 可编程只读存储器PROM

PROM的类型



快闪存储器(Flash Memory)



快闪存储器是新一代用电信号擦除的可编程ROM



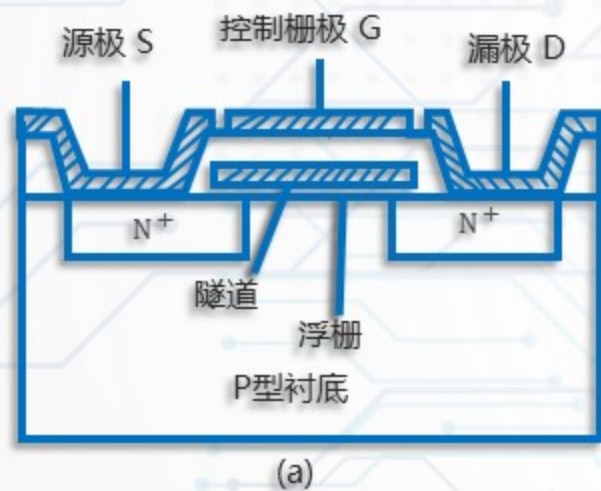
既有EPROM结构简单、编程可靠的优点，又有EEPROM用隧道效应擦除的快速性



集成度可以很高，有时归属于高密度可编程逻辑器件

可编程只读存储器PROM


PROM的类型




快闪存储元的结构示意图、符号


■ 可编程只读存储器PROM


PROM的应用

 改变“或”阵列上连接点的数量和位置，就可以在输出端形成由输入变量“最小项之和”表示的任何一种逻辑函数

 设计过程

 根据逻辑要求列出真值表

 输出函数表示为最小项之和的形式

 根据逻辑函数值对PROM“或”阵列进行编程，画出相应的阵列图

■ 可编程只读存储器PROM

例1

用PROM设计一个代码转换电路，将4位二进制码转换为Gray码。

分 析



设4位二进制码为 $B_3 B_2 B_1 B_0$



4位Gray码为 $G_3 G_2 G_1 G_0$

可编程只读存储器PROM

分析



真值表

二进制数	Gray码		二进制数	Gray码
$B_3 B_2 B_1 B_0$	$G_3 G_2 G_1 G_0$		$B_3 B_2 B_1 B_0$	$G_3 G_2 G_1 G_0$
0000	0000		1000	1100
0001	0001		1001	1101
0010	0011		1010	1111
0011	0010		1011	1110
0100	0110		1100	1010
0101	0111		1101	1011
0110	0101		1110	1001
0111	0100		1111	1000

可编程只读存储器PROM

分析



输出函数逻辑表达式

$$G_0 = \sum m(1, 2, 5, 6, 9, 10, 13, 14)$$

$$G_1 = \sum m(2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 13)$$

$$G_2 = \sum m(4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11)$$

$$G_3 = \sum m(8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15)$$

可编程只读存储器PROM

分析



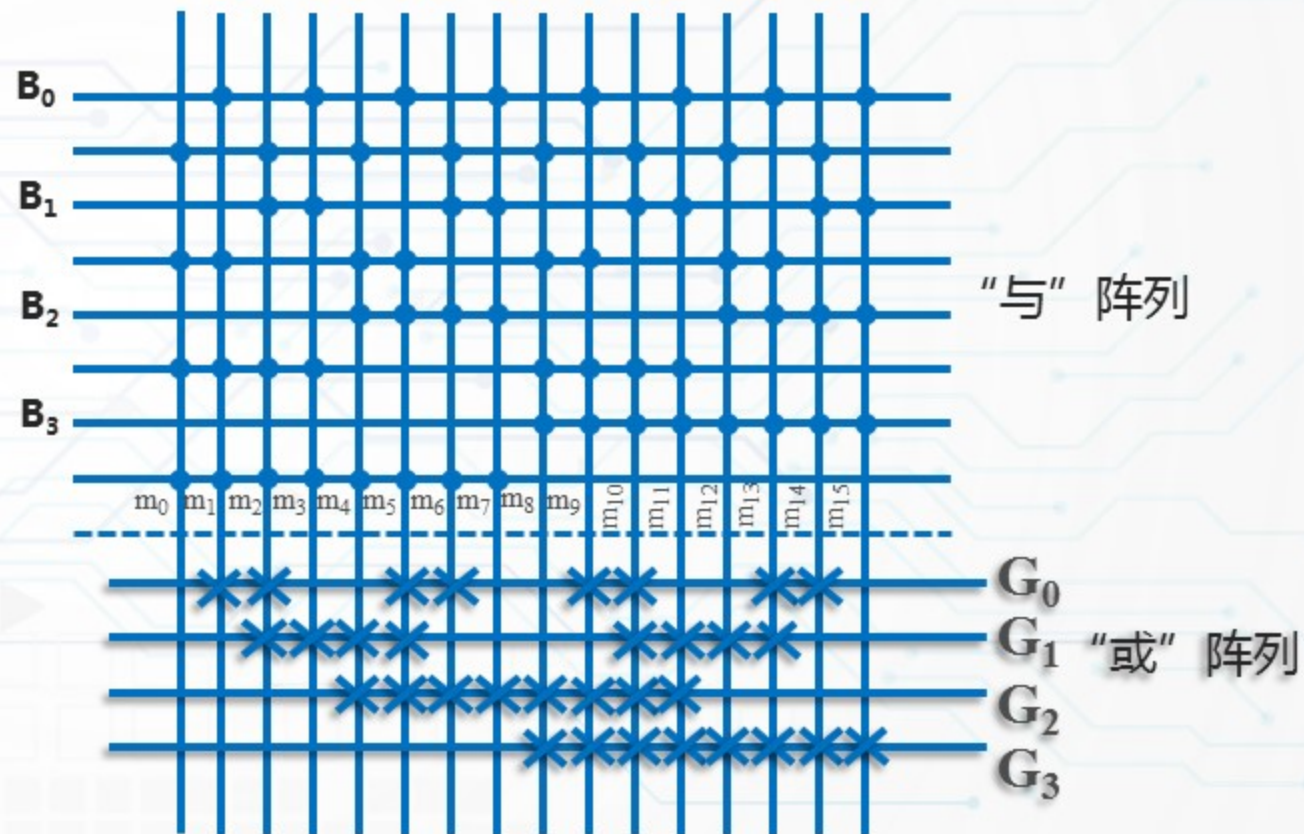
选容量为 $2^4 \times 4$ 的PROM

$$G_0 = \sum m(1, 2, 5, 6, 9, 10, 13, 14)$$

$$G_1 = \sum m(2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 13)$$

$$G_2 = \sum m(4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11)$$

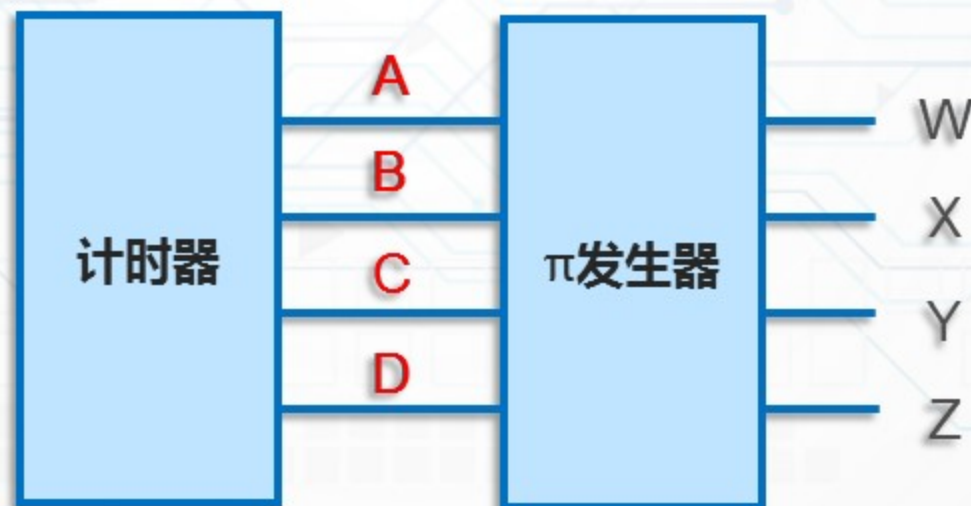
$$G_3 = \sum m(8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15)$$



■ 可编程只读存储器PROM

例2

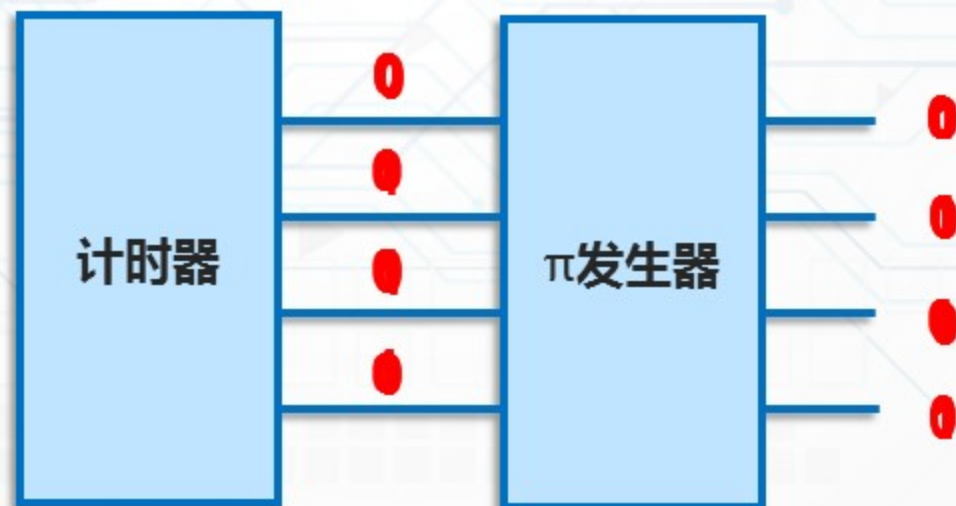
用PROM设计一个 π 发生器，输入为4位二进制码，输出为8421码；该电路串行产生常数 π ，取小数点后15位数字，即 $\pi=3.141592653589793$ 。



■ 可编程只读存储器PROM

例2

用PROM设计一个 π 发生器，输入为4位二进制码，输出为8421码；该电路串行产生常数 π ，取小数点后15位数字，即 $\pi=3.141592653589793$ 。



可编程只读存储器PROM

分析



4位同步计数器控制PROM的地址输入端，顺序访问所有存储单元



存储单元中依次存放 π 的值，输出则为 π 的8421码

输 入				输 出				Π
A	B	C	D	W	X	Y	Z	
0	0	0	0	0	0	1	1	3
0	0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	0	0	1	0	0	4
0	0	1	1	0	0	0	1	1
0	1	0	0	0	1	0	1	5
0	1	0	1	1	0	0	1	9
0	1	1	0	0	0	1	0	2
0	1	1	1	0	1	1	0	6

输 入				输 出				Π
A	B	C	D	W	X	Y	Z	
1	0	0	0	0	1	0	1	5
1	0	0	1	0	0	1	1	3
1	0	1	0	0	1	0	1	5
1	0	1	1	1	0	0	0	8
1	1	0	0	1	0	0	1	9
1	1	0	1	0	1	1	1	7
1	1	1	0	1	0	0	1	9
1	1	1	1	0	0	1	1	3

可编程只读存储器PROM

分析



输出函数逻辑表达式

$$W = \sum m(5, 11, 12, 14)$$

$$X = \sum m(2, 4, 7, 8, 10, 13)$$

$$Y = \sum m(0, 6, 7, 9, 13, 15)$$

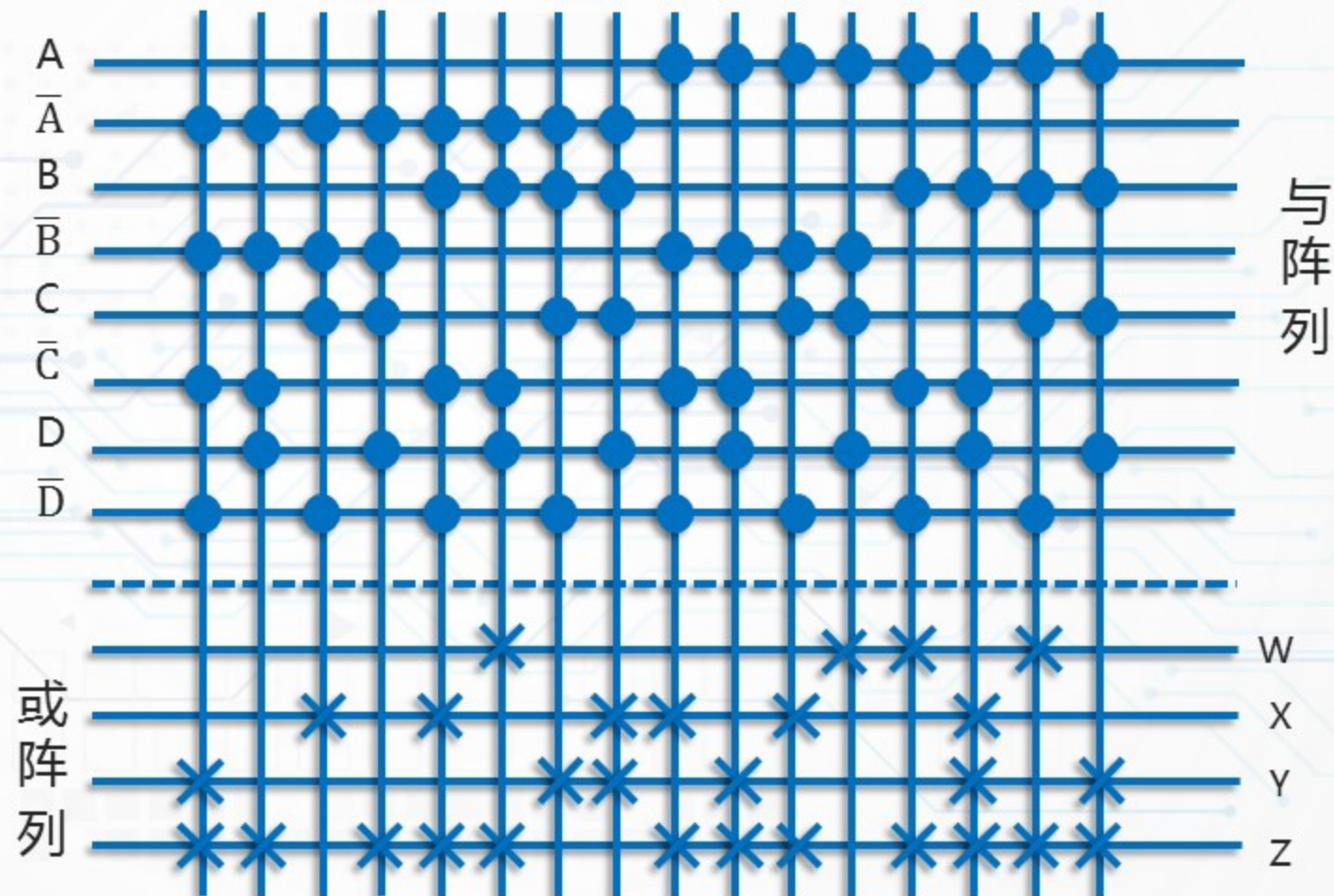
$$Z = \sum m(0, 1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15)$$

可编程只读存储器PROM

分析



阵列图



数字电路与逻辑设计

Digital circuit and logic design

谢谢，祝学习快乐！

主讲教师 | 何云峰

08

■ 可编程只读存储器PROM

逻辑结构图的简化



将PROM中的每个与门和或门都简化成一根线



阵列逻辑图，简称**阵列图**