



第6章 半导体存储器

6.1 概述

6.2 只读存储器 (ROM)

6.3 随机存取器 (RAM)

6.4 存储器的应用



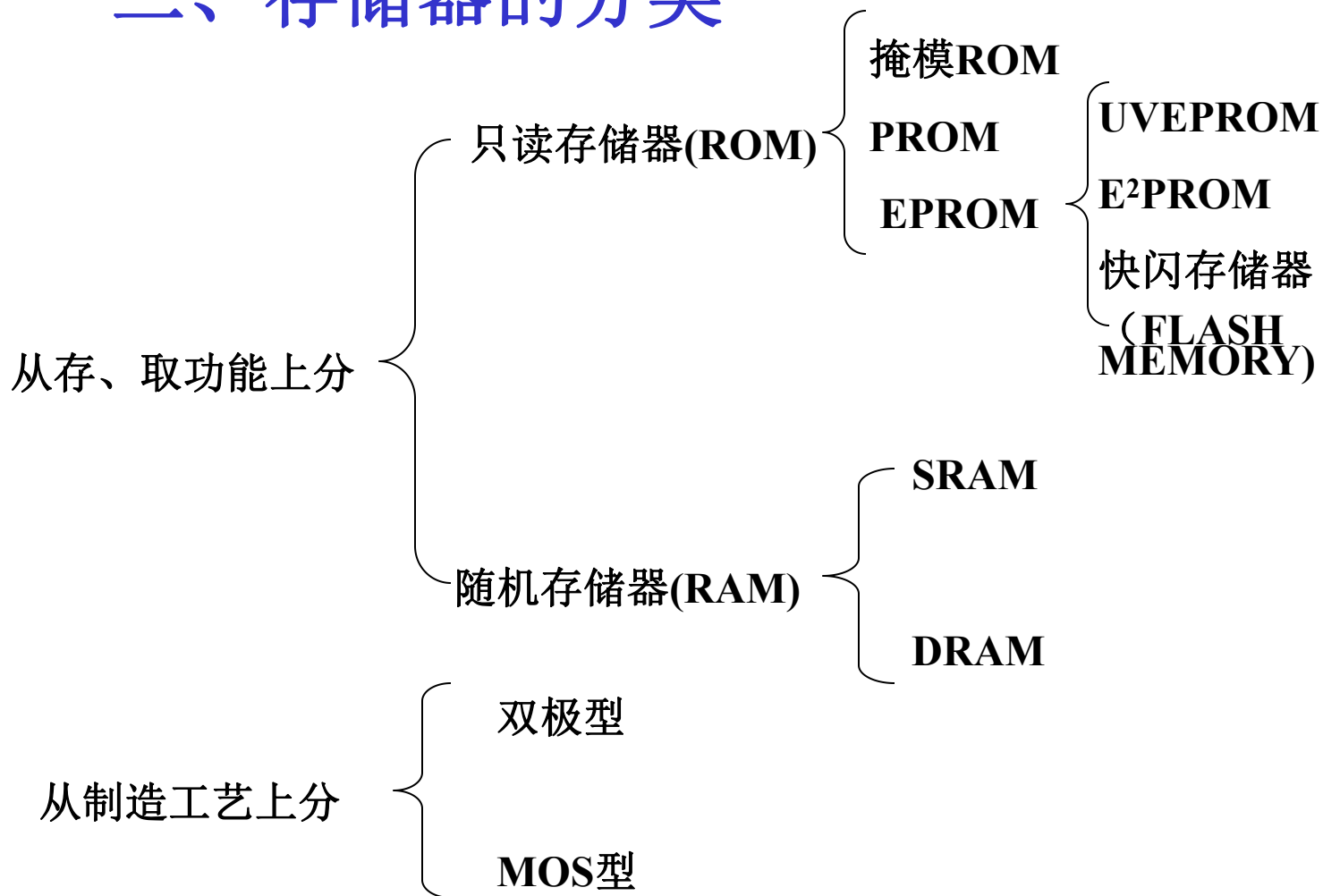
6.1 概述

一、存储器的构造特点：

1. 数目庞大与管脚有限
2. 分组技术
3. 地址译码技术
4. 共享通道技术



二、存储器的分类





1.ROM (Read Only Memory)

ROM的定义：是存储固定信息的存储器件，即先把信息和数据写入到存储器中，在正常工作时它存储的数据是固定不变的，只能读出，不能迅速写入。

ROM的特点：掉电后存储的数据不会丢失。

ROM的用途：

- (1) 存储各种程序代码；
- (2) 实现多输入、多输出逻辑函数真值表；
- (3) 代码的变换、符号和数字显示等有关数字电路及存储各种函数等。



2. RAM (Random Access Memory)

RAM 的定义：是随机存取存储器，读写方便。

RAM的特点：所存储信息会因断电而丢失。

RAM的用途：

常用来放一些采样值、运算的中间结果，数据暂存、缓冲和标志位等。



三、存储器的主要技术指标：

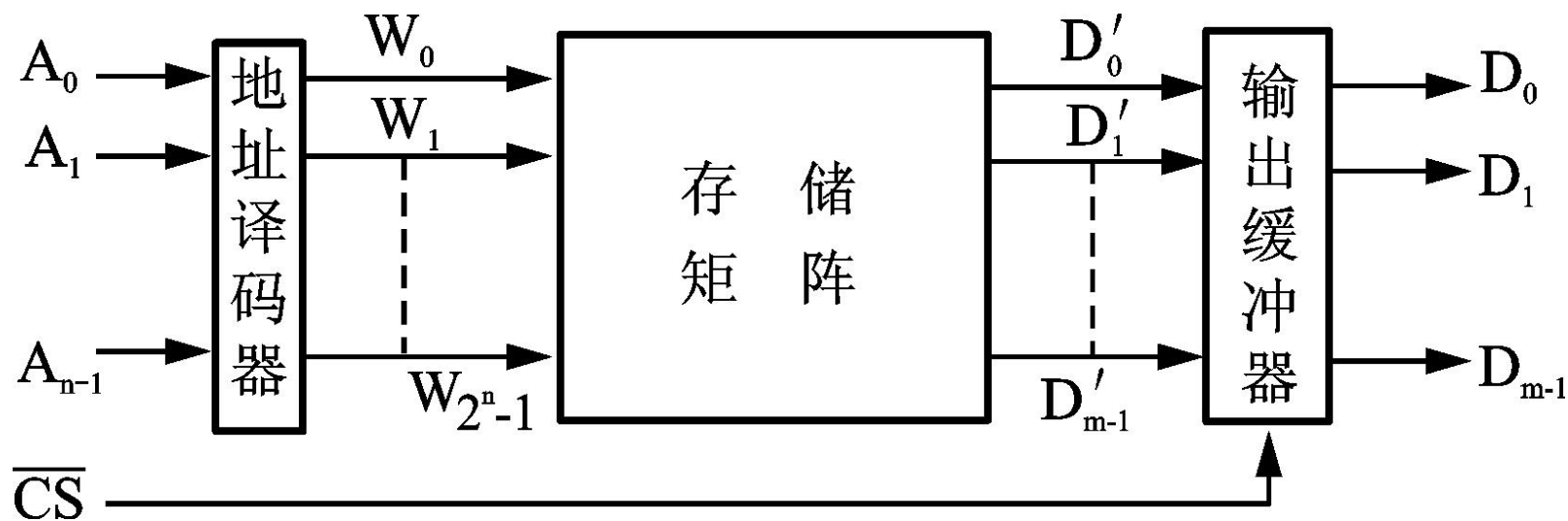
1. **存储容量**：所存放信息的多少，用**Bit** 表示
2. **存储时间**：用读（写）周期表示



6.2 只读存储器 (ROM)

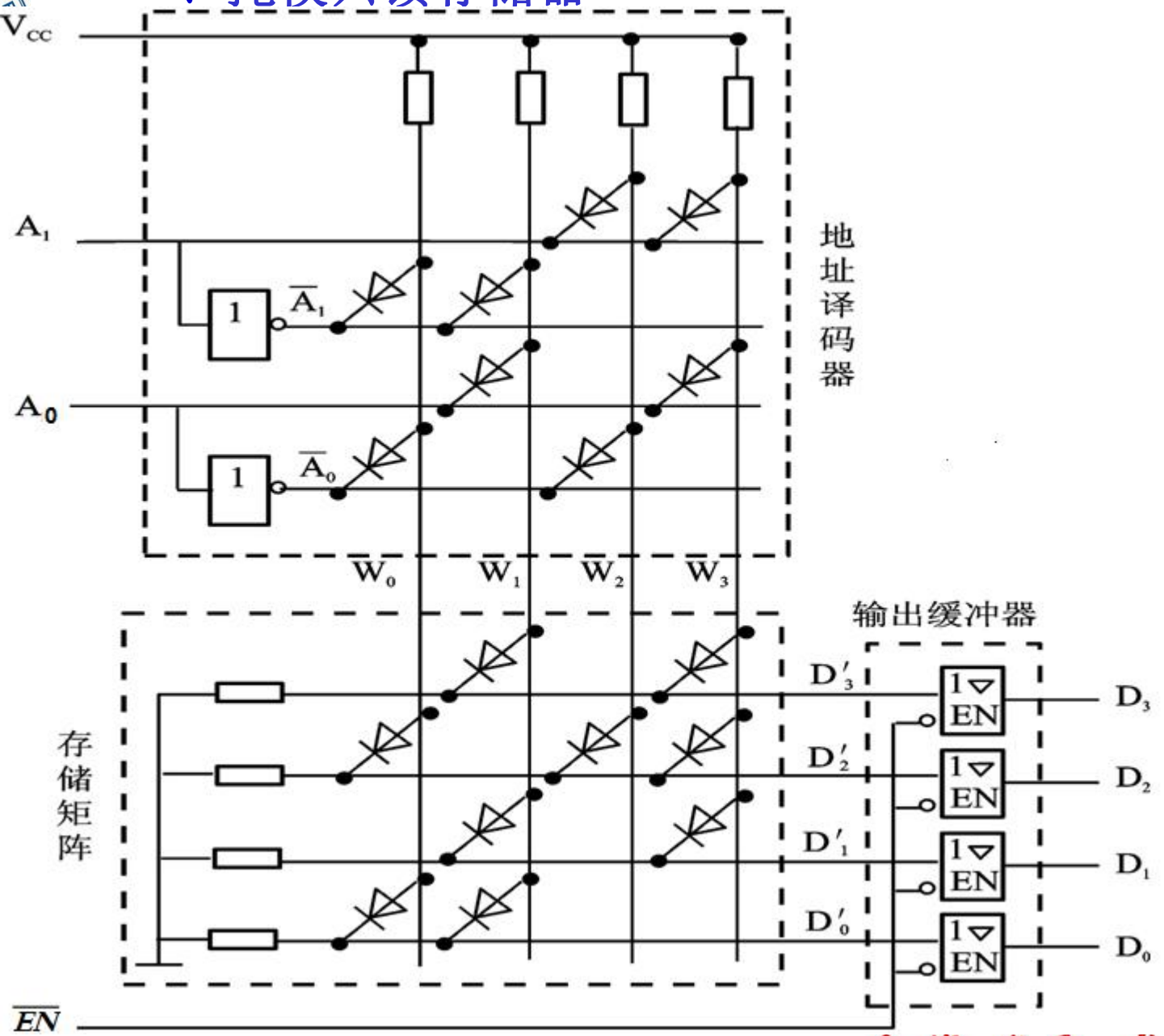
ROM的电路结构

ROM的电路结构包含存储矩阵、地址译码器和输出缓冲器三个组成部分





一、掩模只读存储器





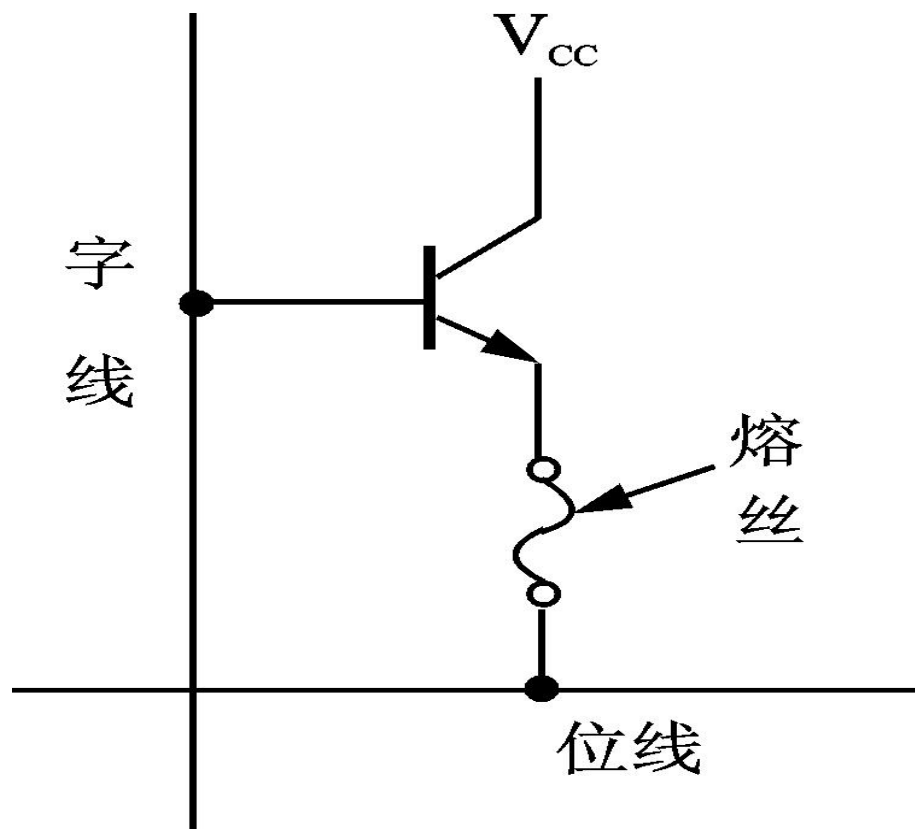
ROM的数据表 (功能表达)

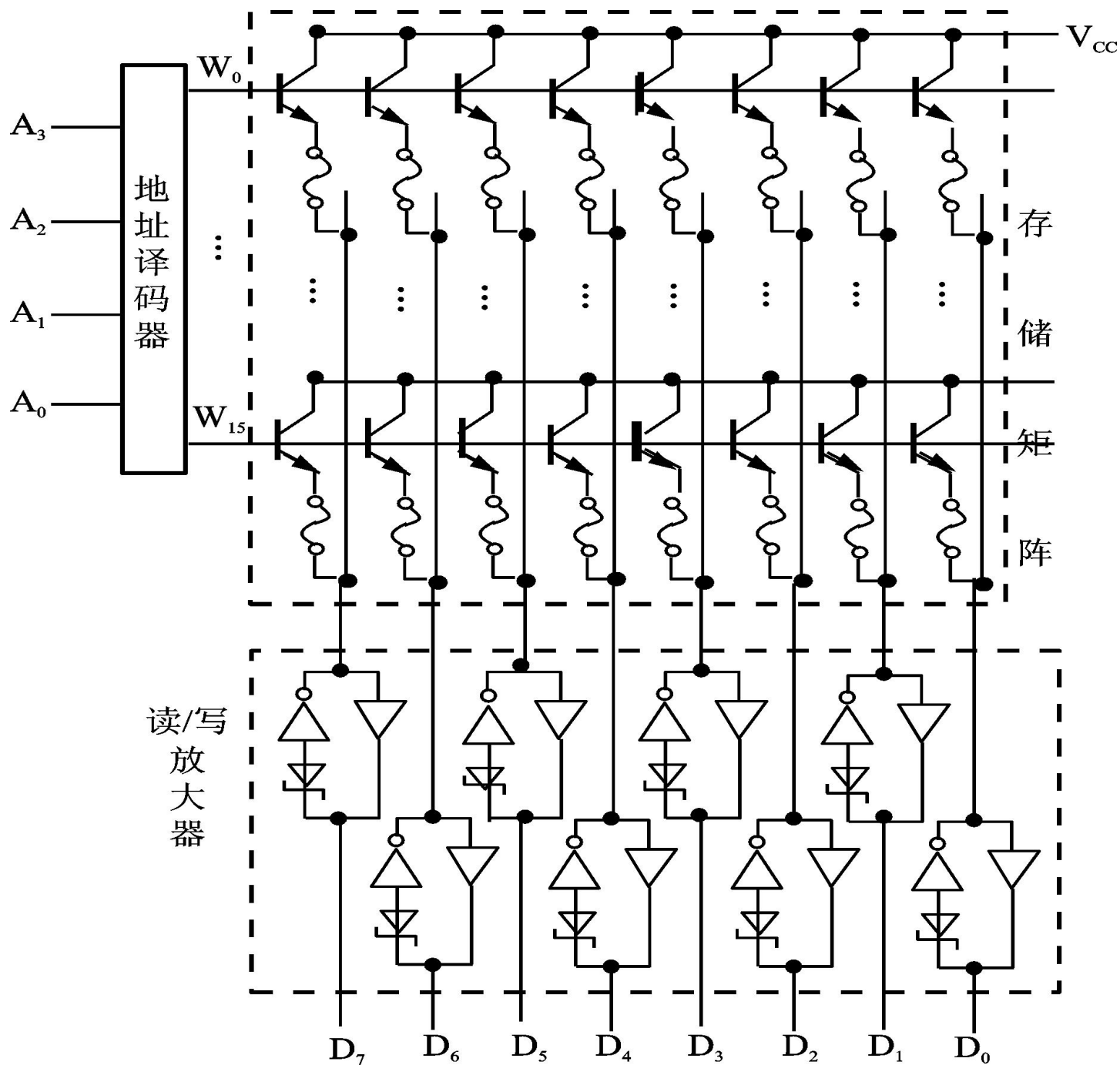
| 地 址 | | 数 据 | | | |
|-----|----|-----|----|----|----|
| A1 | A0 | D3 | D2 | D1 | D0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |



二、可编程只读存储器 (PROM)

PROM在出厂时，制作的是一个完整的二极管或三极管存储单元矩阵，相当于**所有的存储单元全部存入1**。在每个单元的三极管发射极上都接有快速熔丝，它是用低熔点的合金或很细的多晶硅导线制成的。



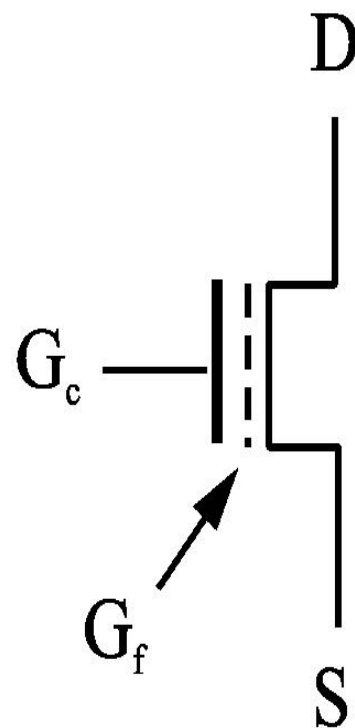
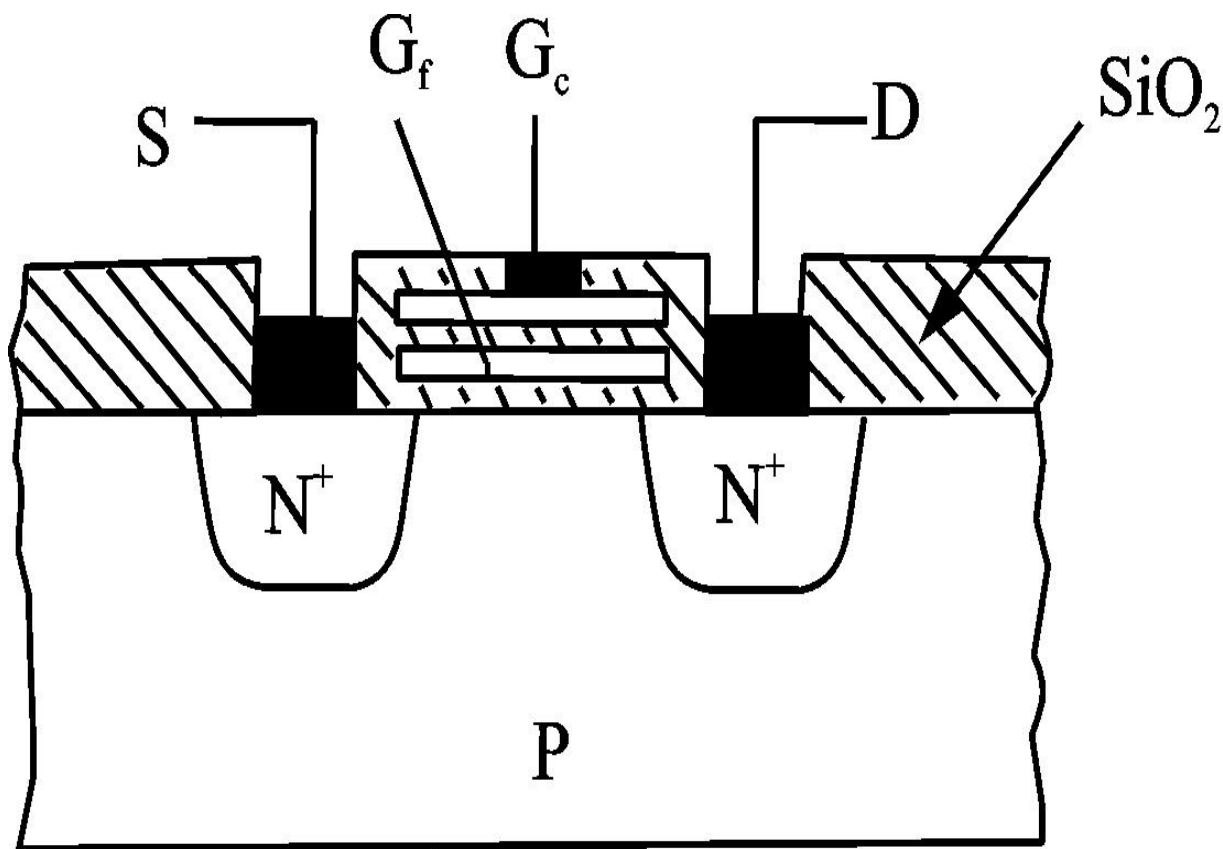




三、可擦除的可编程 ROM (EPROM)

1. UVEPROM

采用浮栅型MOS器件，紫外线照射擦除，需要10——30分钟，可擦除上万次。

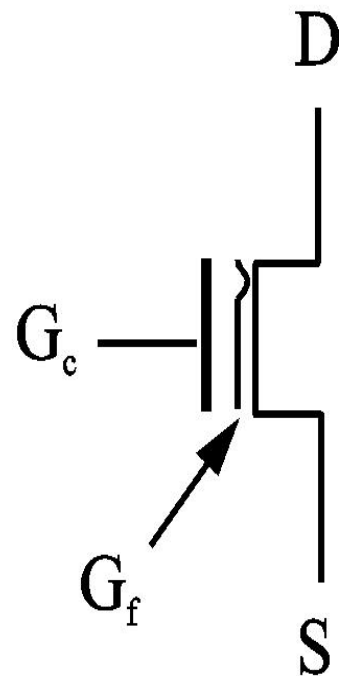
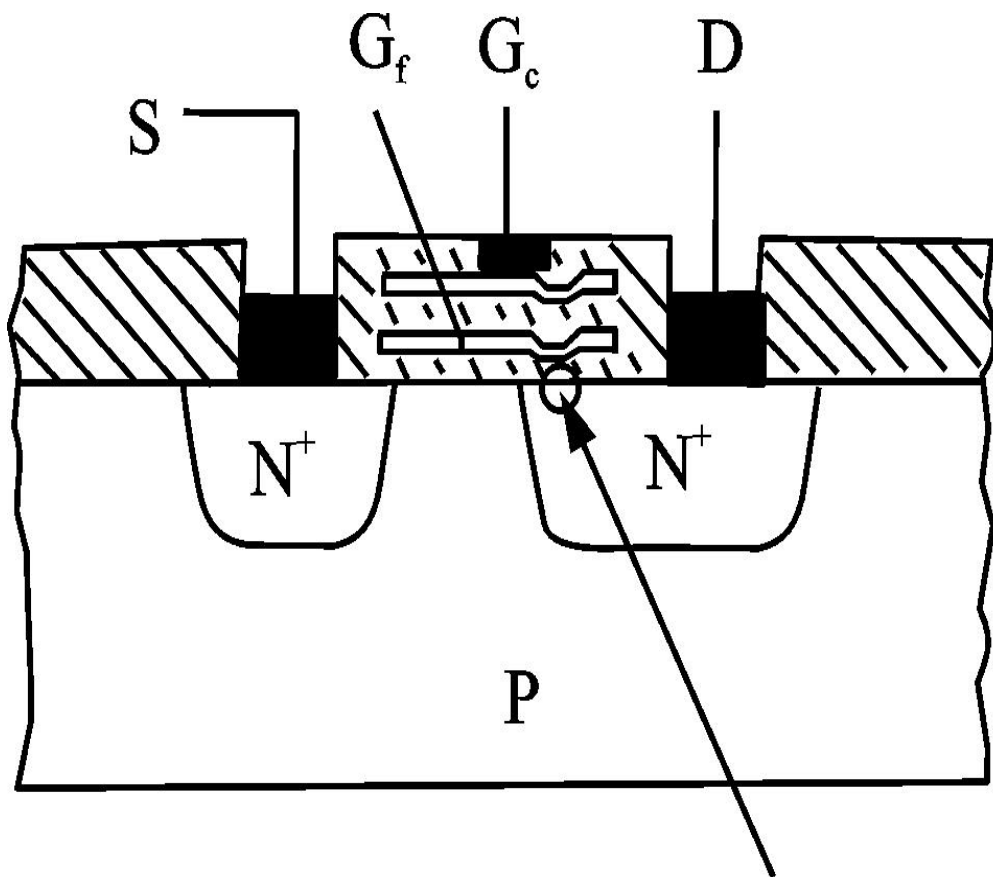


合作 進取 求實 創新



2. E²PROM

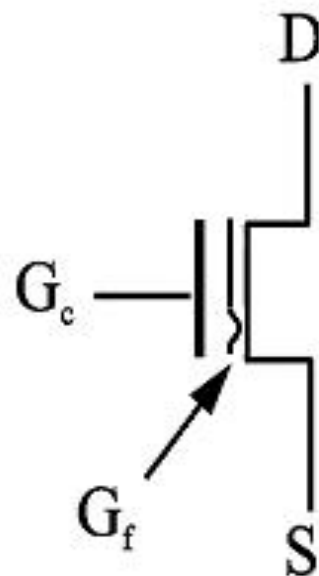
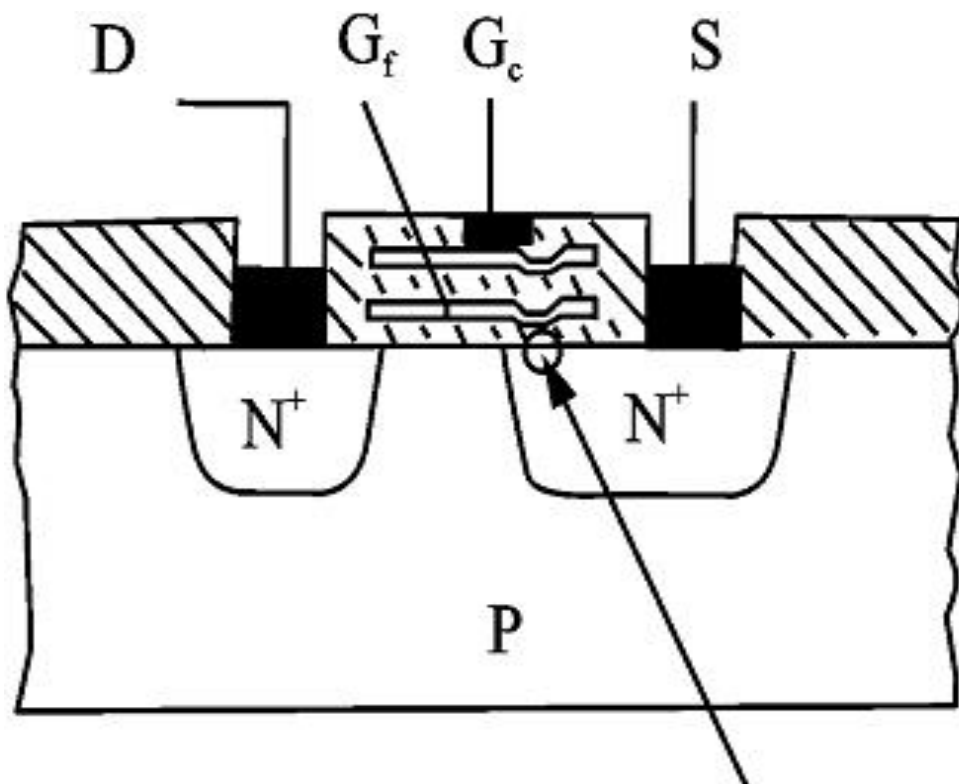
浮栅工艺，有隧道区，可利用一定宽度电脉冲擦除。





3. 快闪存储器

快闪存储器既吸收了EPROM结构简单、编程可靠的优点，又保留了E²PROM用隧道效应擦除的快捷特性，而且集成度可以做得很高。



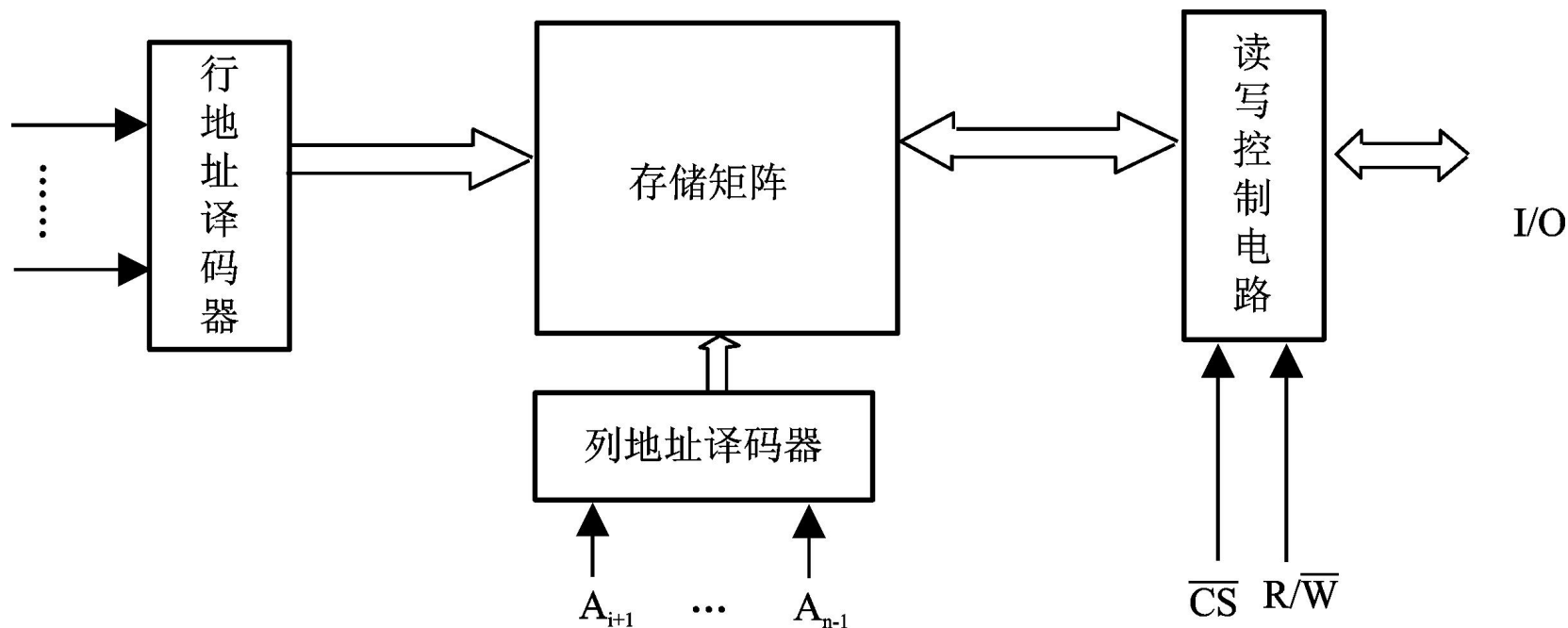


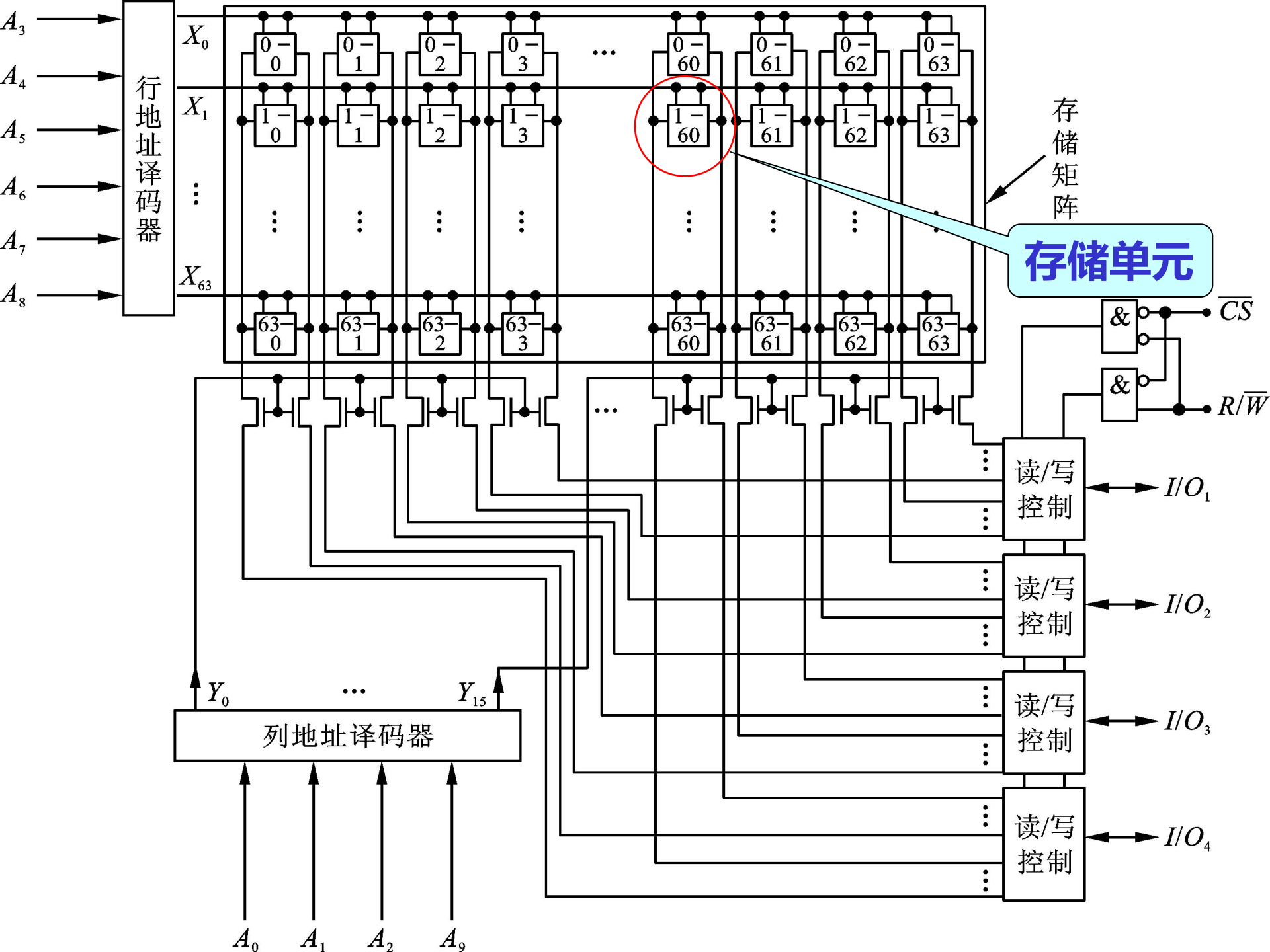
6.3 随机存取器

一、静态随机存储器(SRAM)

1. SRAM的结构和工作原理

SRAM电路通常由**存储矩阵**、**地址译码器**和**读 / 写控制电路**三部分组成。

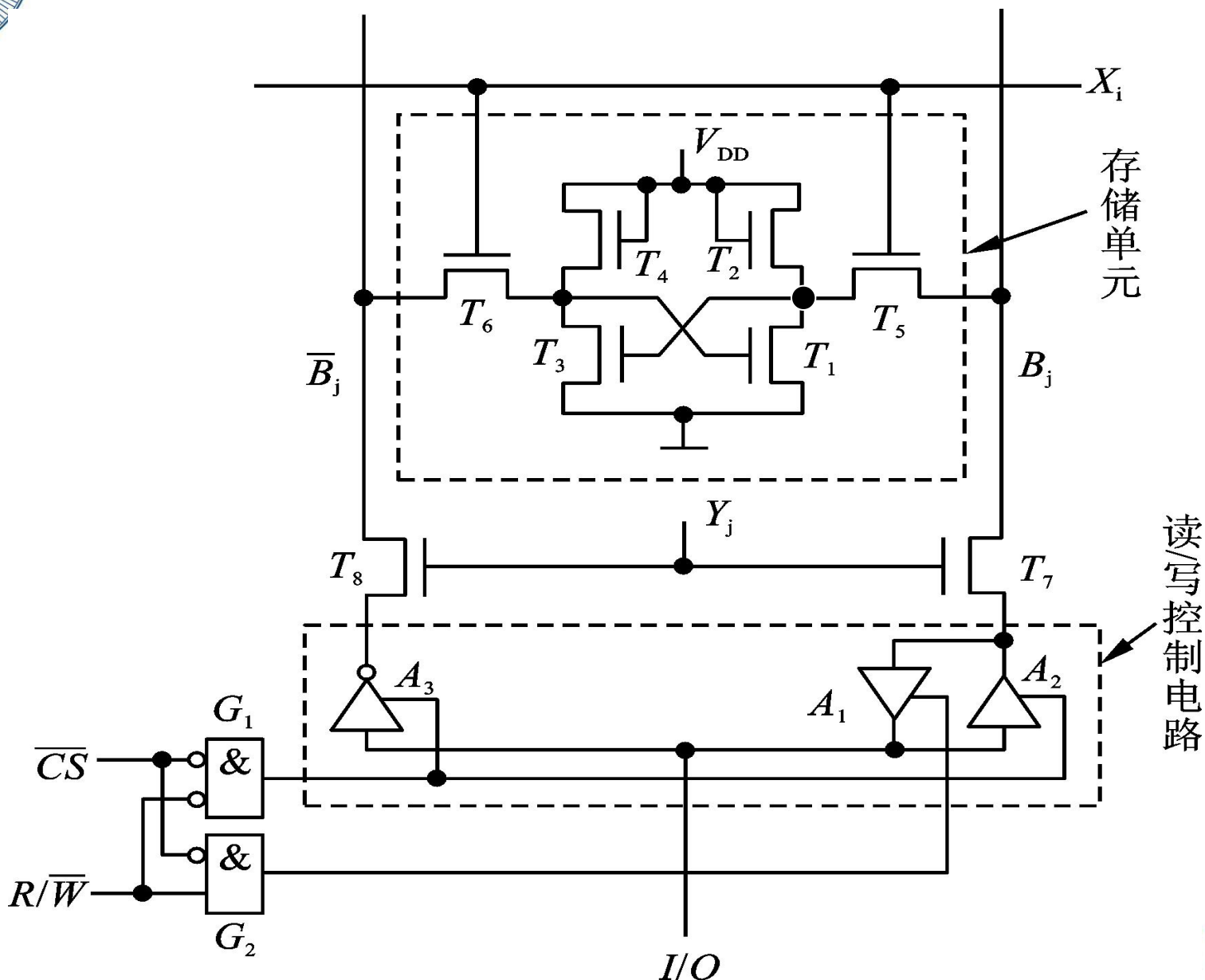






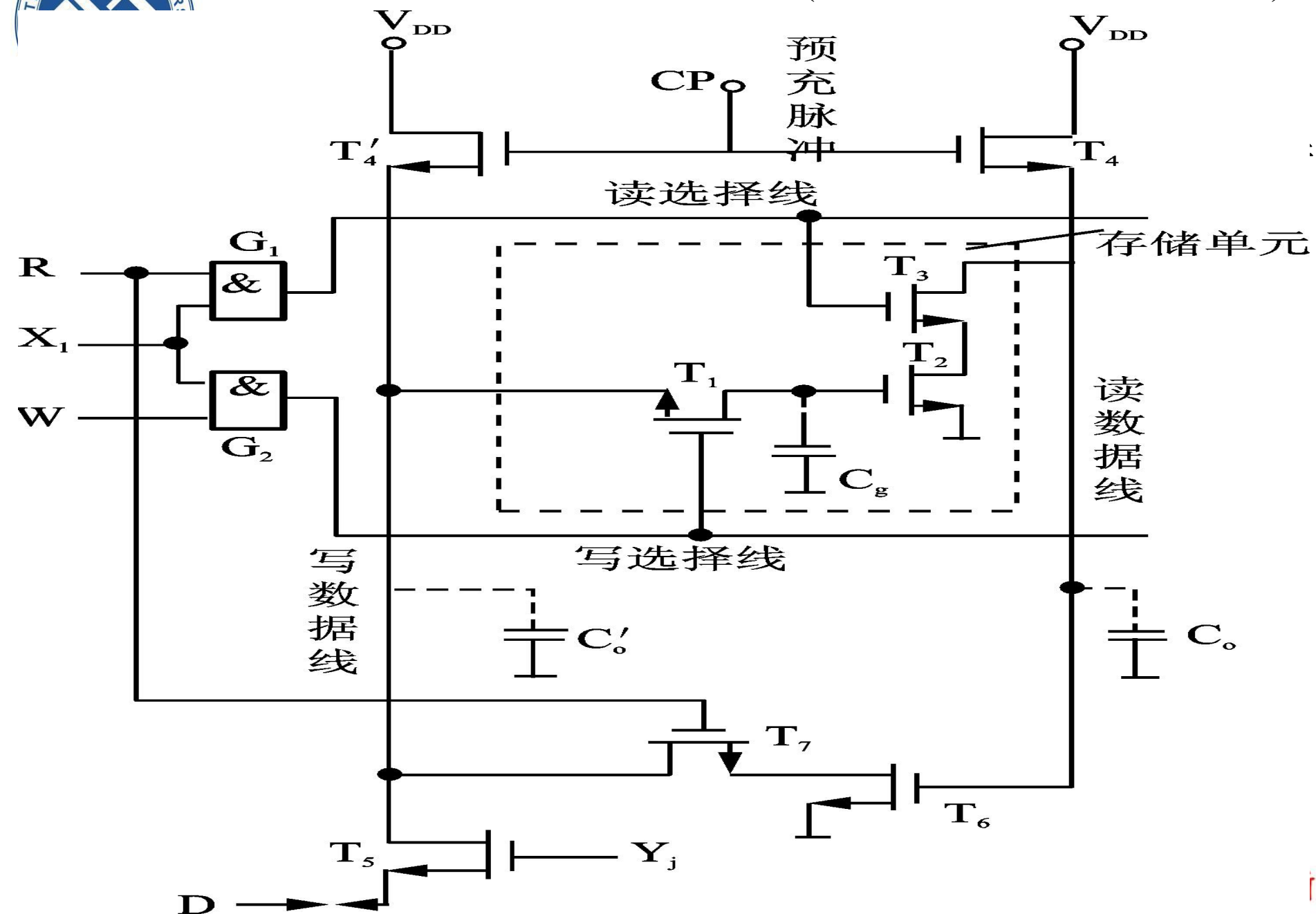
2. SRAM的静态存储单元

(六管NMOS静态存储单元)



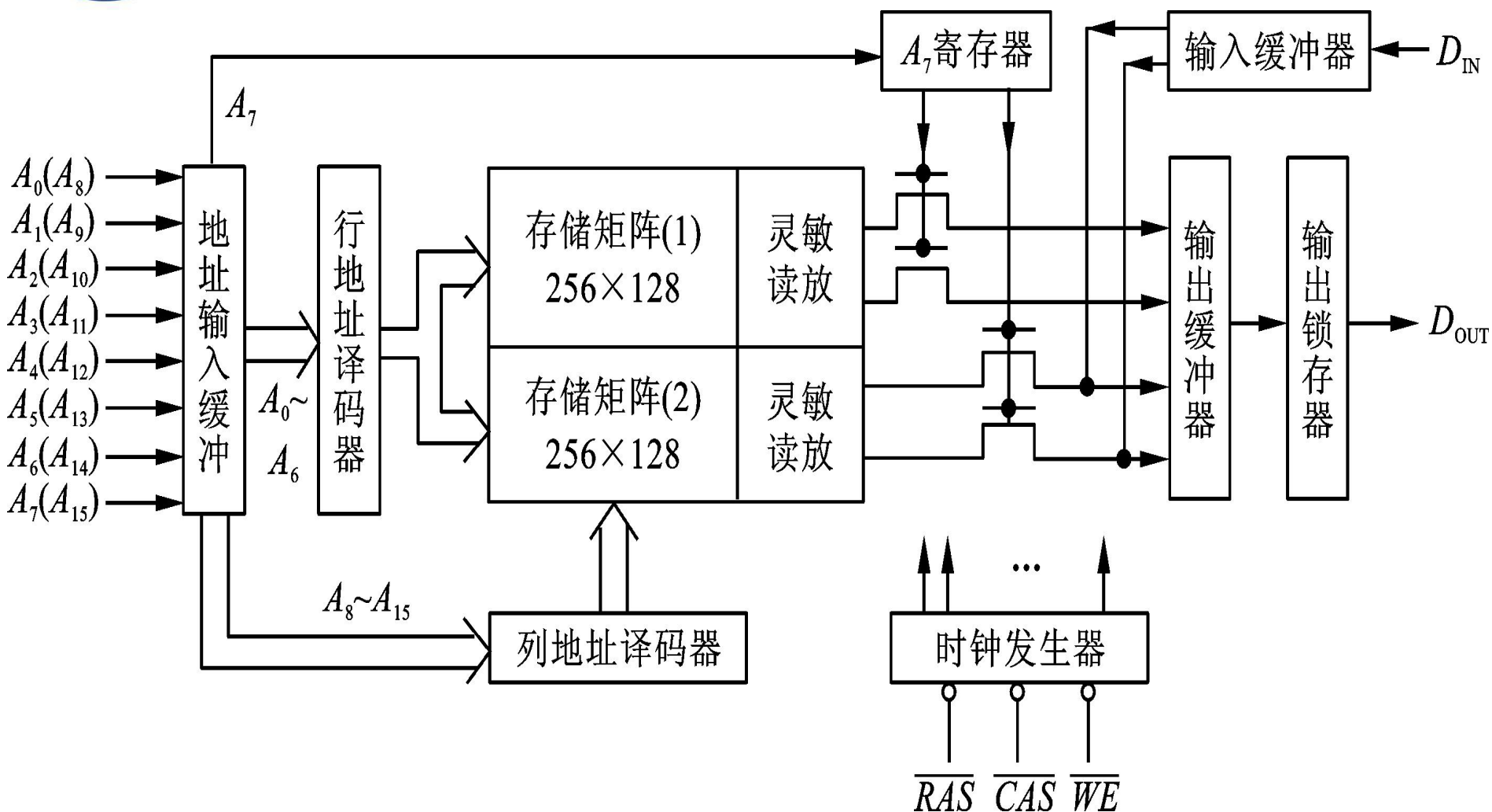


二、动态随机存储器(DRAM) (三管MOS动态存储单元)





2. DRAM整体结构框图

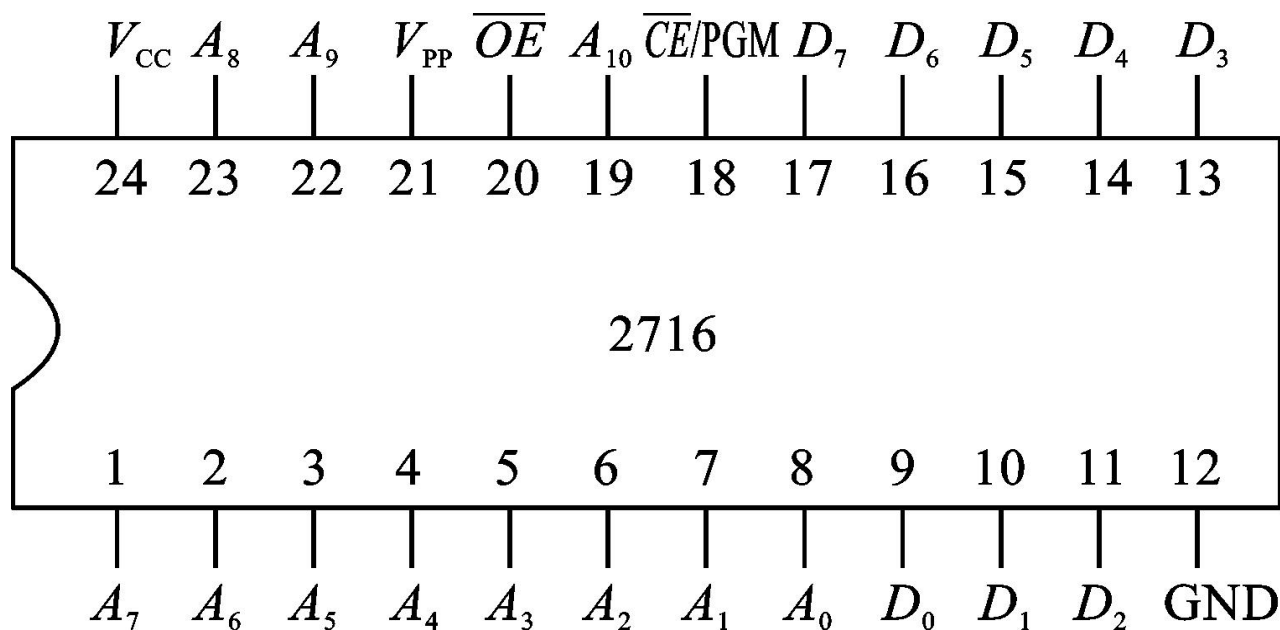




6.4 存储器的应用

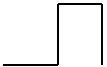
一、实用存储器芯片

1. EPROM2716





EPROM2716的功能表

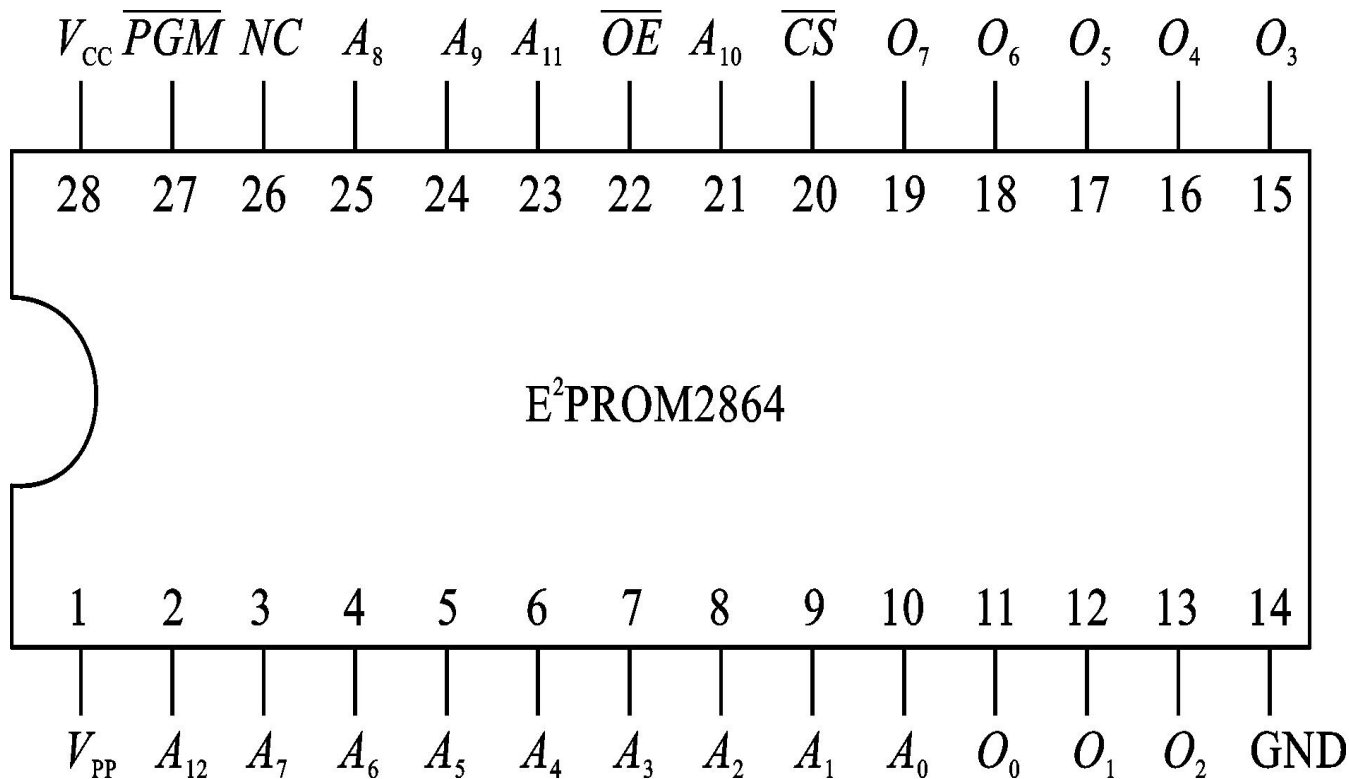
| 状态 | \overline{CE} | \overline{OE} | V_{PP} | V_{CC} | D_7-D_0 |
|------|---|-----------------|----------|----------|-----------|
| 读出 | 0 | 0 | +5V | +5V | D_{OUT} |
| 维持 | 1 | × | +5V | +5V | 高阻 |
| 编程 |  | 1 | +25V | +5V | D_{IN} |
| 编程检验 | 0 | 0 | +25V | +5V | D_{OUT} |
| 编程禁止 | 0 | 1 | +25V | +5V | 高阻 |



*存储容量与地址线和数据线的关系



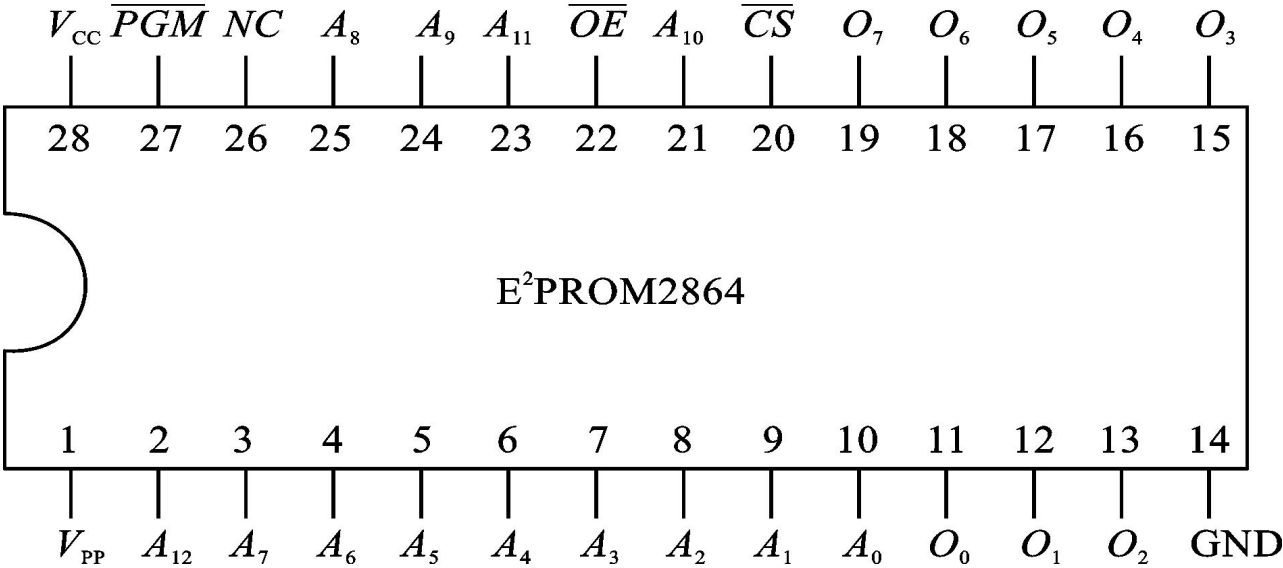
2. EEPROM2864





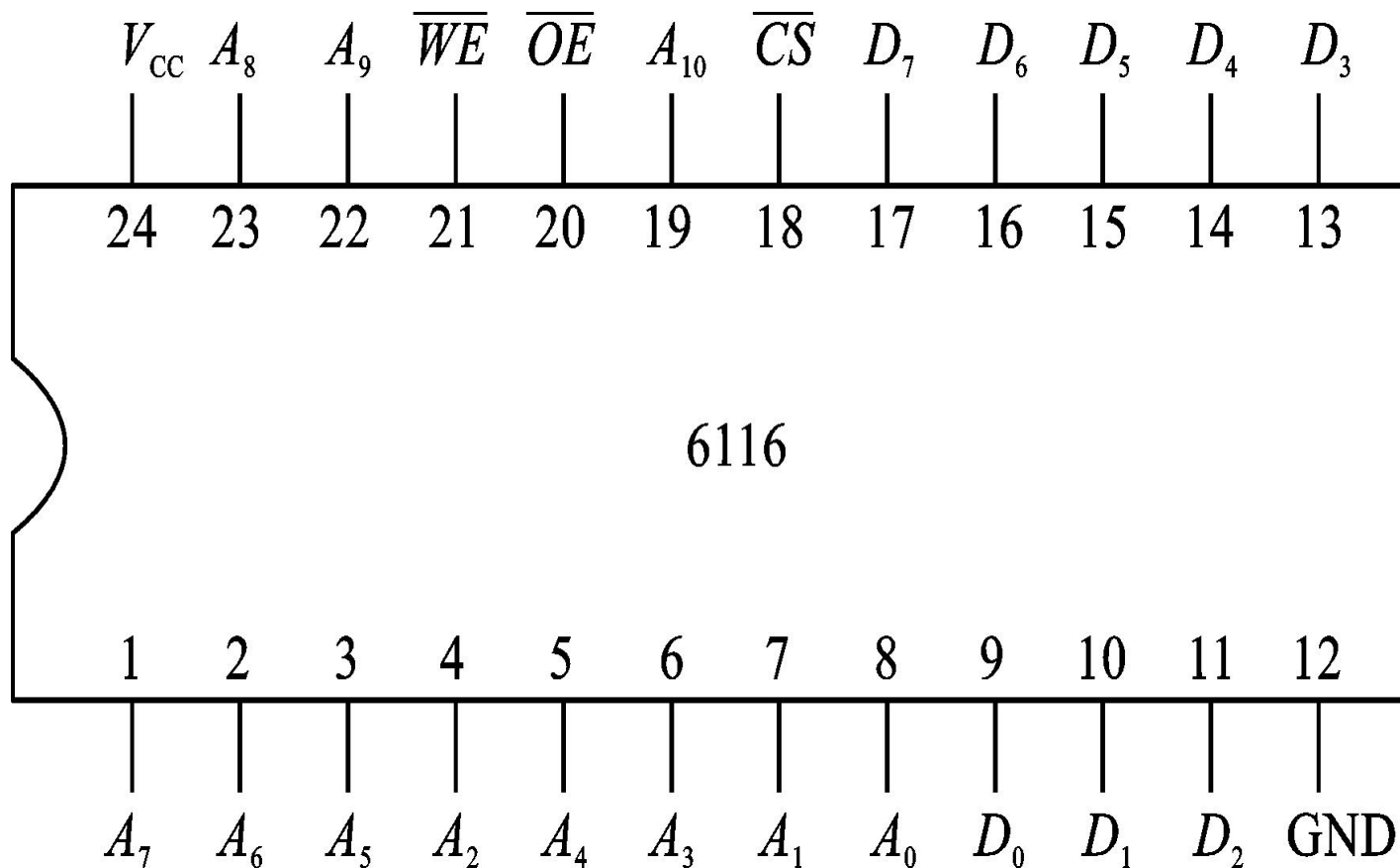
EEPROM2864的功能表

| | \overline{CS} | \overline{OE} | V_{PP} | V_{CC} | \overline{PGM} | D_7-D_0 |
|------|-----------------|-----------------|----------|----------|------------------|-----------|
| 读 | 0 | 0 | +5V | +5V | 1 | D_{OUT} |
| 维持 | 1 | × | +5V | +5V | × | 高阻 |
| 编程 | 0 | 1 | +5V | +5V | 0 | D_{IN} |
| 编程检验 | 0 | 0 | +5V | +5V | 1 | D_{OUT} |
| 编程禁止 | 1 | × | +5V | +5V | × | 高阻 |





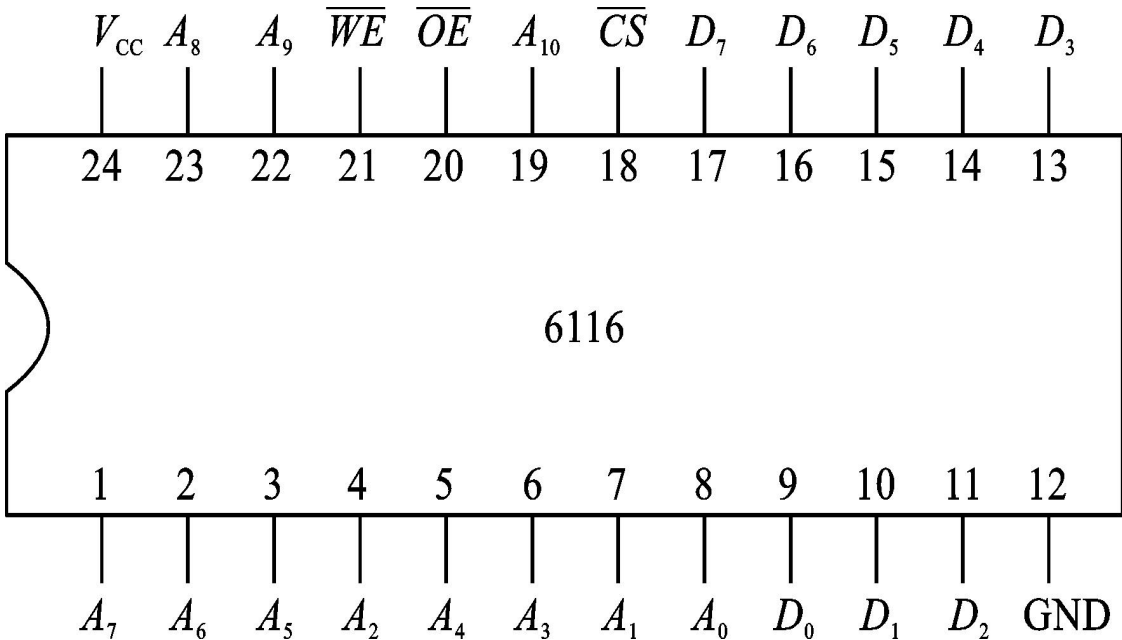
3. SRAM 6116





SRAM 6116的功能表

| | \overline{CS} | \overline{OE} | \overline{WE} | D_7-D_0 |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| 写入 | 0 | 1 | 0 | D_{IN} |
| 读出 | 0 | 0 | 1 | D_{OUT} |
| 低功耗维持 | 1 | × | × | 高阻 |





二、利用存储器设计组合逻辑电路

一、思路：

1. 存储器的地址译码器输出包含了输入地址变量全部的最小项
2. 存储器数据输出又都是若干个最小项之和
3. 而任何的组合逻辑函数可用输入逻辑变量的最小项之和表示



二、推论

n 位输入地址、 m 位数据输出的存储器可以设计一组(最多为 m 个)任何形式的
 n 输入逻辑变量组合逻辑函数

三、方法：

只要根据函数的形式向存储器写入相应的数据即可。



四、步骤:

1. 根据输入变量数和输出端个数确定存储器的类型;
2. 将函数化为最小项之和的形式（列出函数的真值表）;
3. 列出函数的数据表;
4. 画出相应的电路结点图/点阵图（编程写入数据）



应用

1. 作函数运算表电路
2. 实现组合逻辑函数
3. 用ROM设计一个8段字符显示的译码器
4. 数字波形发生数据存储器



一、试用ROM构成实现函数 $y = x^2$ 的运算表电路， x 的取值范围为0~15的正整数。

解：(1)分析要求、设定变量

x 的取值范围为0~15的正整数，用 $B=B_3B_2B_1B_0$ 表示；

y 的最大值是 225，用 $Y=Y_7Y_6Y_5Y_4Y_3Y_2Y_1Y_0$ 表示。

(2)列真值表（函数运算表）

| B_3 | B_2 | B_1 | B_0 | Y_7 | Y_6 | Y_5 | Y_4 | Y_3 | Y_2 | Y_1 | Y_0 | 十进制数 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 9 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 25 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 36 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 49 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 64 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 81 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 100 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 121 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 144 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 169 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 196 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 225 |

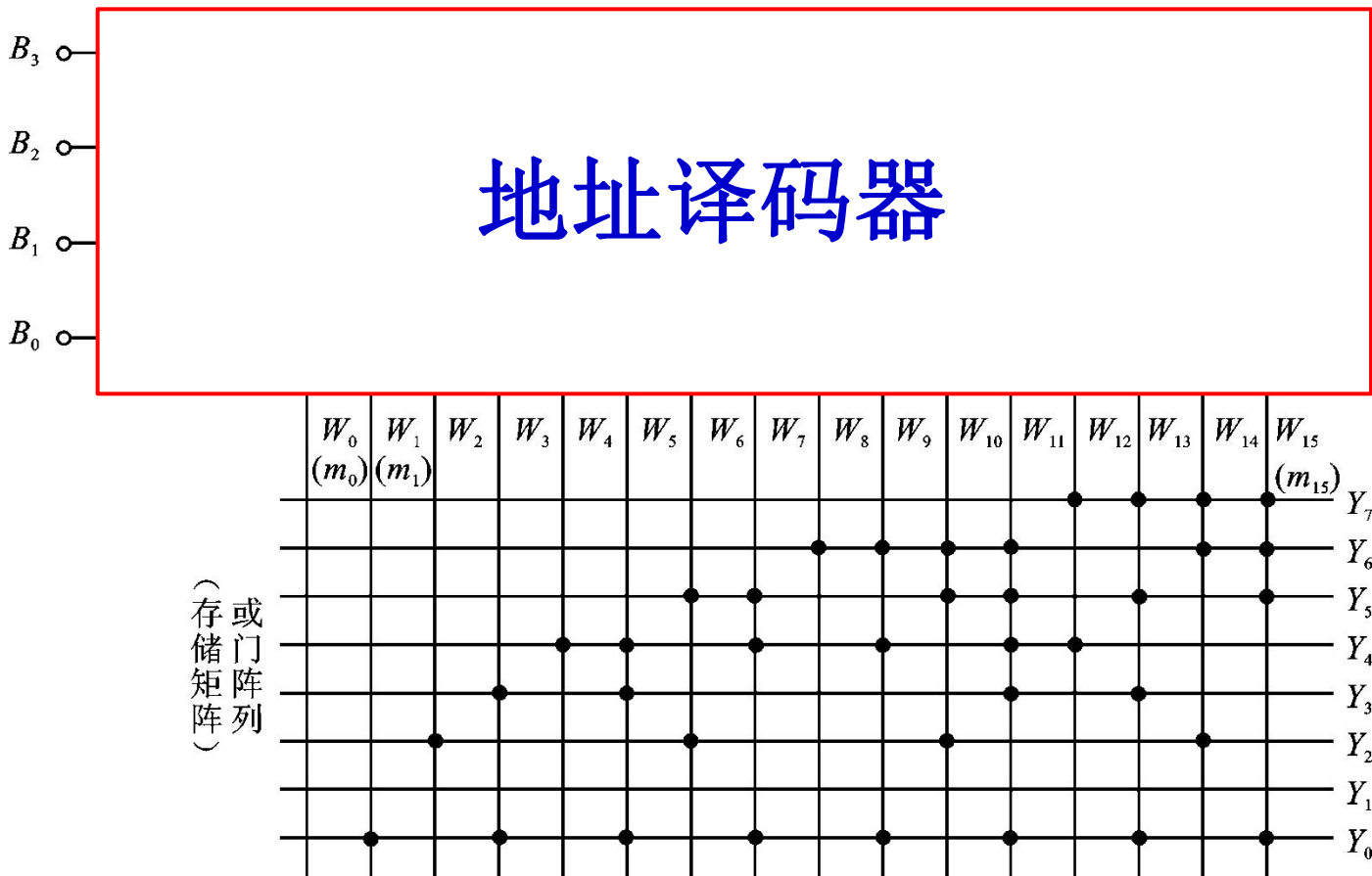


(3) 写出逻辑函数的最小项表达式

$$\left\{ \begin{array}{l} Y_0 = m_1 + m_3 + m_5 + m_7 + m_9 + m_{11} + m_{13} + m_{15} \\ Y_1 = 0 \\ Y_2 = m_2 + m_6 + m_{10} + m_{14} \\ Y_3 = m_3 + m_5 + m_{11} + m_{13} \\ Y_4 = m_4 + m_5 + m_7 + m_9 + m_{11} + m_{12} \\ Y_5 = m_6 + m_7 + m_{10} + m_{11} + m_{13} + m_{15} \\ Y_6 = m_8 + m_9 + m_{10} + m_{11} + m_{14} + m_{15} \\ Y_7 = m_{12} + m_{13} + m_{14} + m_{15} \end{array} \right.$$



(4) 画出ROM存储矩阵结点逻辑图
为作图方便，将ROM矩阵中的存储单元存入1
的单元用结点表示





二、试用ROM实现下列函数：

$$\begin{cases} Y_1 = \overline{A} \cdot \overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B} \cdot \overline{C} + ABC \\ Y_2 = BC + CA \\ Y_3 = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} + \overline{A} \cdot \overline{B}CD + \overline{A}BC\overline{D} + A\overline{B} \cdot \overline{C}D + AB\overline{C} \cdot \overline{D} + ABCD \\ Y_4 = ABC + ABD + ACD + BCD \end{cases}$$

解： (1)写出各函数的标准与或表达式

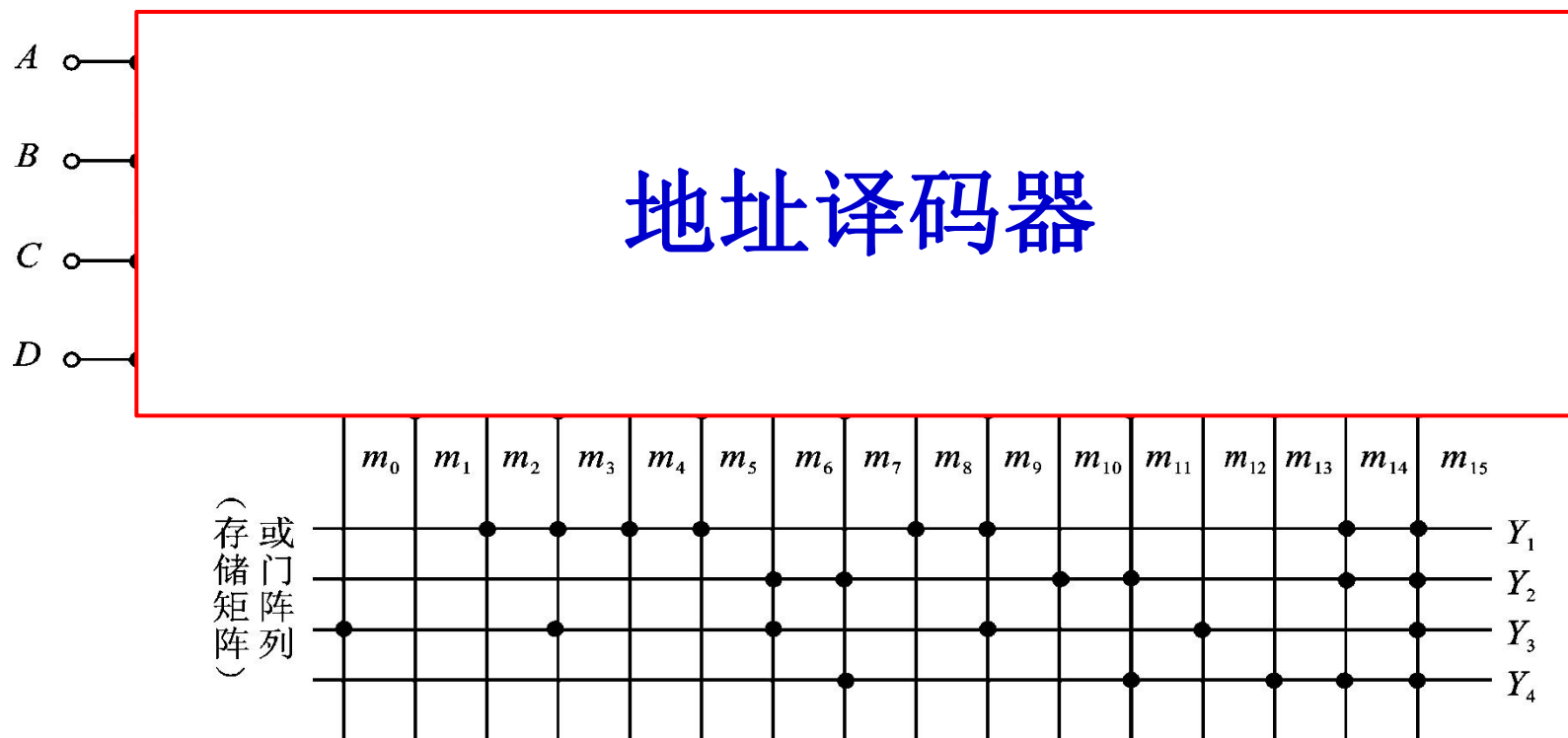
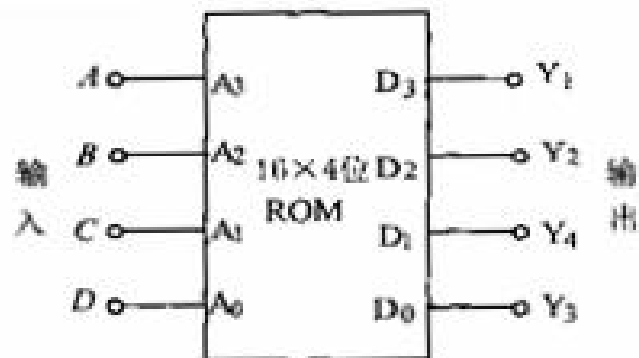
$$\begin{cases} Y_1 = \overline{A} \cdot \overline{B}CD + \overline{A} \cdot \overline{B}C\overline{D} + \overline{A}BC\overline{D} + \overline{A}B\overline{C} \cdot \overline{D} + A\overline{B} \cdot \overline{C}D + A\overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} + ABCD + ABC\overline{D} \\ Y_2 = ABCD + \overline{A}BCD + ABC\overline{D} + \overline{A}BC\overline{D} + A\overline{B}CD + A\overline{B}C\overline{D} \\ Y_3 = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} + \overline{A} \cdot \overline{B}CD + \overline{A}BC\overline{D} + A\overline{B} \cdot \overline{C}D + AB\overline{C} \cdot \overline{D} + ABCD \\ Y_4 = ABCD + ABC\overline{D} + AB\overline{C}D + A\overline{B}CD + \overline{A}BCD \end{cases}$$

最小项编号形式表示为：

$$\begin{cases} Y_1 = \sum m(2,3,4,5,8,9,14,15) \\ Y_2 = \sum m(6,7,10,11,14,15) \\ Y_3 = \sum m(0,3,6,9,12,15) \\ Y_4 = \sum m(7,11,13,14,15) \end{cases}$$



(2) 选用 ROM，画存储矩阵连线图





本章要点

- 1) 半导体存储器电路结构中必须包含地址译码器、存储矩阵和输入/输出电路这三个组成部分。
- 2) 半导体存储器从读/写功能上分为ROM和RAM两大类。按存储单元电路的结构和工作原理的不同，又将ROM分为掩模ROM、PROM、EPROM、EEPROM和快闪存储器等几种不同的类型；将RAM分为SRAM和DRAM两类。
- 3) 应掌握各种类型半导体存储器在电路结构和性能上的不同特点。掌握用半导体存储器实现组合逻辑函数的方法。